

« الفصل الخامس »

« الدرس الأول »

إزدواجية الموجة والجسيم

تعدني ذئ شئ	كرومغناطيسية	ميكانيكية	أصغر كل م
لحل صفتين في	↓		ذئ تعدني شئ أصغر
نفس الوقت	الطيف الكرومغناطيسي		مدا مثل الإلكترون

الموجة	الجسيم
لها خواص موجية	لها خواص جسيمية
- الانتشار	لها كتلة
- الانعكاس	يمكن تحريكه بسرعة
- الإنكسار	لها طاقة $E = \frac{1}{2} m v^2$
- التداخل	السرعة - الكثافة - طاقة الحركة
- الحيود	لها كمية تحرك $P_L = m v$
	يستطيع التصادم مع الأمام
	للأخرى والتأثير عليها بقوة

\* الطيف الكرومغناطيسي : هو ترتيب الموجات الكرومغناطيسية ترتيباً تصاعدياً أو تنازلياً حسب التردد والأطوال الموجية (الخاصة بها)

\* الألوان المرئية بالترتيب تبعاً في كل

حمر من خزين  
برتقالي أصفر أبيض  
أصفر أزرق نيلر بنفسجي

الطول الموجي  $\lambda$  يقل التردد  $\nu$  يزداد  
السرعة  $c$  ثابتة

## ١٢ ظاهرة إشعاع الجسم الأسود

جميع الأجسام الساخنة تشع ضوءاً وحرارةً أو كلاهما

الأجسام متوهجة هي الأجسام التي تشع حرارةً وضوءاً وحرارةً

الأجسام غير متوهجة هي الأجسام التي تشع حرارةً فقط

$$I = \frac{P_w}{A}$$

شدة الإشعاع (I) هي القدرة على الإضاءة  
وحدة قياسها Watt / m<sup>2</sup>

ملاحظات علم منفي بلانك

١٢ في منحنيات بلانك كلما زاد الطول الموجي مداً أو قصر جداً فإن شدة الإشعاع تقترب من الصفر

عند الترددات العالية جداً (أطوال موجية صغيرة) والترددات المنخفضة جداً (أطوال موجية كبيرة) فإن شدة الإشعاع تقترب من الصفر

١٣ كلما زادت درجة الحرارة زادت شدة الإشعاع الكلية

١٤ كلما زادت درجة الحرارة كلما زادت المساحة أسفل المنحنى

١٥ كلما زادت درجة الحرارة فإن  $\lambda_m$  تقل  
ويفسر ذلك قانون فين

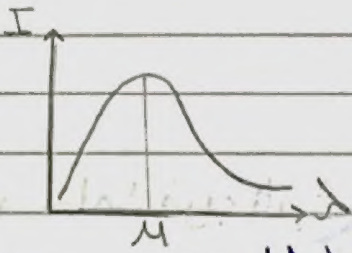
شرط أساسي في قانون فين أنه تكون درجة الحرارة بـ K، كلفن

$$T^{\circ}K = T^{\circ}C + 273$$

درجة الحرارة بالزيوس درجة الحرارة بالكلفن



• **علل :** لا يمكن رؤية الإشعاع الصادر من الأرض ؟  
 لأن درجة حرارة الأرض منخفضة وحسباً لقانون فين  
 يكون الطول الموجي للإشعاع الصادر منها كبير جداً  
 يقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء أو الإشعاع الحراري  
 الغير مرئي



س ماذا يحدث عند رفع درجة الحرارة  
 بالنسبة لموقع النقطة M ؟

تزاح ناحية اليسار  
 التفسير : حيث كلما زادت درجة الحرارة يقل الطول الموجي  
 فتزاح النقطة نحو الأطوال الموجية الأقصر

\* درجة غليان الماء « t » =  $100^{\circ}\text{C}$   
 درجة غليان الماء « T » =  $373^{\circ}\text{K} = 100 + 273$

\* \* عندما يعطيني درجات الحرارة بالليزيوس لازم تحول  
 لأنه درجات الحرارة في فين بالكلفن

\* \* كلما انخفضت درجة الحرارة تزداد نسبة الإشعاع الحراري  
 نسبة للإشعاع الضوئي (يقال)

\* \* يبدأ صدور إشعاع ضوئي عن الجسم من عند درجة حرارة  
 $20000^{\circ}\text{K}$

\* \* كلما زادت درجة الحرارة زادت نسبة الإشعاع الضوئي  
 بالنسبة للإشعاع الحراري الصادر عن الجسم



لماذا تفسر معنى بلانك

$$E = h \nu$$

\* حساب طاقة الفوتون

التردد ثابت بلانك طاقة الفوتون

$$h = 6.625 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$h = \frac{E}{\nu} = \frac{\text{J}}{\text{Hz}} = \text{J.s}$$

\* حامل ضرب ثابت بلانك في التردد للفوتون ← طاقة الفوتون

\* النسبة بين طاقة الفوتون إلى تردده ← ثابت بلانك

\* الطاقة المصاحبة لفوتون تردده الوحدة ← ثابت بلانك

← تعني أنه تردده = 1 Hz

\* النسبة بين طاقة الفوتون إلى ثابت بلانك ← تردد الفوتون

$$* E = n h \nu$$

طاقة الفوتون الواحد  
عدد الفوتونات  
الطاقة الكلية  
طاقة للمستويات

\* شدة الإشعاع تتوقف على طاقة الفوتون الواحد وعدد الفوتونات

\* كلما زاد عدد الفوتونات زادت طاقة الإشعاع

\* كلما قل عدد الفوتونات انخفضت طاقة الإشعاع

\*\*\* كلما زاد تردد الفوتونات تزداد طاقتها ويقل عددها

← طاقة الفوتون الواحد

لحيث تظل الطاقة الكلية ثابتة



## ١٢١ التأثير الكهروضوئي والإنبعاث الحراري

يحتوي المعدن على أيونات موجبة والإلكترونات حرة سالبة  
تستطيع أن تتحرك داخل المعدن ولكنها لا تستطيع أن تفاديه  
بسبب قوى التجاذب التي تجذبها دائماً نحو الداخل وتتنع مغادرتها  
السطح وهذا ما يعرف بحاجز جهد السطح

ولكن يمكن لبعض هذه الإلكترونات أن تتحرر  
إذا أعطيناها طاقة حرارية (أو ضوئية) كافية للتغلب على حاجز جهد السطح

### التأثير الكهروضوئي

#### الإنبعاث الكهروضوئي

هو ظاهرة تحرر الإلكترونات من  
سطح المعدن عند إكسابها  
طاقة ضوئية أو عند سقوط  
ضوء عليها  
التطبيق :  
الخلية الكهروضوئية

#### الإنبعاث الحراري

#### 1/ الإنبعاث الأيوني الحراري

هي ظاهرة تحرر الإلكترونات  
من سطح المعدن عند إكسابها  
طاقة حرارية أو تسخين المعدن  
التطبيق :  
أنبوبة أشعة الكاثود

\* يتوقف حاجز جهد السطح على نوع المعدن

## ١٢٢ أنبوبة أشعة الكاثود CRT

\* اذكر وظيفة نظام تريك الشعاع ذو الألواح الحارفة ذو المجالات الكهربائية  
والمغناطيسية في أنبوبة الكاثود ؟  
التحكم في مسار الشعاع الإلكتروني أو توجيه حزمة الشعاع الإلكتروني  
لمسح الشاشة نقطة بنقطة حتى تكمل الصورة

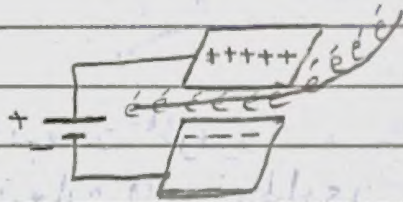


• ما النتائج المترتبة على : **ذئبة**

عدم تشغيل نظام حريك الشعاع الالكتروني في ذئبة الكاثود ؟  
 في عدم تشغيل الموجات الكهربية والغناطيسية في ذئبة شعاع الكاثود ؟  
 أو عدم استخدام ألواح حارفة ؟  
 تظهر بقعة مضيئة في منتصف الشاشة ولا تكمل الصورة .

• ماذا يحدث عند :

توصيل الألواح الحارفة بمصدر جهد مستقر «بطارية» ؟  
 تظهر بقعة مضيئة في أحد جوانب الشاشة ولا تكمل الصورة



• ماذا يحدث عند :

عند زيادة جهد الشبكة ونقص جهد الشاشة ؟  
 عند زيادة جهد الشبكة تزداد شدة الإضاءة  
 حيث تزداد قوى التجاذب بين الأيونات الموجبة والالكترونات  
 السالبة مما يزيد من شدة الإضاءة  
 عند نقص جهد الشبكة تقل شدة الإضاءة  
 حيث تزداد قوى التنافر بين الأيونات الموجبة والالكترونات  
 السالبة فلا تسبح إلكترونات الكاثود وبالتالي تقل شدة الإضاءة

• بزيادة سالبية الشبكة تقل شدة الإضاءة .

• يجب ألا تكون ذئبة أشعة الكاثود مفرقة من الهواء ؟ **سؤال**  
 حتى لا تصدم الإلكترونات المنحرفة بجزيئات الهواء  
 فتفقد طاقتها



## وحدات مكونات الأنبوبة لشعة الكاثود

١٢ المصدر الكهربائي  $\leftarrow$  تسخين الفتيلا  
 مصدر التيار الكهربائي متردد ذو مستقر

لأن لكل منهما تأثير حراري عند مروره في موصل

١٣ الفتيلا  $\leftarrow$  تكون مصنوعة من مادة مقاومتها كبيرة وتعمل درجات الحرارة العالية مثل التنجستين حتى تتولد حرارة حرارية عالية

$$E = P \cdot t$$

$$E = I^2 R t$$

تزداد تزداد

تعمل كمصدر حراري لتسخين الكاثود

١٤ الكاثود  $\leftarrow$  يعمل كمصدر للإلكترونات عند تسخينه

١٥ الشبكة  $\leftarrow$  التحكم في شدة الشعاع الإلكتروني لتحكم في شدة الإضاءة الظاهرة على الشاشة

١٦ ذو التحكم في شدة الإضاءة الظاهرة على الشاشة حسب الإشارة الكهربائية المرسلة للشبكة

١٧ الأنود  $\leftarrow$  جذب الإلكترونات السالبة المحررة من الكاثود لأنه موجب الجهد ويمنحها طاقة حركية عالية

**مصدر التيار الكهربائي الموجود بين الأنود والكاثود مصدر تيار سحر**

١٨ الألواح الحارفة  $\leftarrow$  التحكم في مسار الشعاع الإلكتروني ذو حزمة الإلكترونات لمسح الشاشة بدقة بنقطة من تكفل الصورة

١٩ الشاشة الفلورية  $\leftarrow$  تصدر ضوء عندما تصدم بها الإلكترونات



$$KE = \frac{1}{2} m_e v^2 = eV$$

شحنة الإلكترون ← مربع سرعة الإلكترون ← كتلة الإلكترون ← رقم طاقة حركة إلكترونات أشعة الكاثود

← فرق الجهد بين الكاثود والآنود

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$V = \frac{W}{Q} \rightarrow W = Q \cdot V = e \cdot V$$

$$* \text{ KV} \times 10^3 \rightarrow V$$

$$\rightarrow \frac{1}{2} m_e v^2 = eV \quad \times 2$$

$$m_e v^2 = 2eV$$

$$v^2 = \frac{2eV}{m_e}$$

$$\left\{ V = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}} \right\} \text{ لحاب السرعة}$$

$$V = \frac{\frac{1}{2} m_e v^2}{e} = \frac{KE}{e}$$

\* تحول الطاقة من طاقة كهربائية إلى طاقة حركية ذوميكانيكية إلى طاقة منوية في أنبوبة أشعة الكاثود.

كهربائية ← حركية / ميكانيكية ← منوية  
ذوميكانيكية



## ١٢ الخلية الكهروضوئية وظاهرة التأثير الكهروضوئي

### ١٢.١ الخلية الكهروضوئية

المستخدم: تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية  
كما في آلات الحاسبة وألواح الطاقة الشمسية

\* الإلكترونات الكهروضوئية :-  
هي الإلكترونات المقترنة من سطح معدن عند سقوط ضوء ذو طاقة كافية عليه.

شرح العمل :-  
عند سقوط ضوء ذو طاقة عالية ذو تردد عالٍ على سطح معدن يقوم بإعطائه الإلكترونات في سطح المعدن طاقة تتغلب هذه الإلكترونات على حاجز جهد السطح تنطلق الإلكترونات من السطح المعدني يقوم الأنود المتصل بالقطب الموجب للبطارية بالتقاط الإلكترونات السالبة المتحررة من الكاثود فيمر تيار كهربائي في الدائرة الخارجية

\* علل الكاثود سطح مقعر متصل بالقطب السالب ؟  
سطحه مقعر لتجميع أكبر كم من الضوء ومتمثل بالقطب السالب لتعويض الإلكترونات السالبة المتحررة من الكاثود

\* منور تحويلات الطاقة في الخلية الكهروضوئية

ضوئية → حرارية → كهربائية  
أو  
كهرومغناطيسية → ميكانيكية → كهربائية



الضوء

تردد

شدة

اللون

صمم خزير

لا يقل ولا يزداد

عدد الفوتونات

\* تفسير ظاهرة التأثير الكهروضوئي

تفسير الكلاسيكية

١- تحرر الإلكترونات من سطح المعدن

يتوقف على شدة الضوء الساقط بصرف النظر عن تردده.

٢- إذا كانت شدة الضوء ضعيفة فإن تسليط الضوء لفترة زمنية طويلة كفيلاً بإعطائها الإلكترونات طاقة كافية لكي تتحرر

٣- سرعة الإلكترونات المتحررة وبالتالي طاقة حركتها تزداد بزيادة شدة الضوء الساقط

٤- تزداد شدة التيار الكهروضوئي (عدد الإلكترونات المتحررة) بزيادة شدة الضوء الساقط على المعدن  
\* فروض الكلاسيكية هي كما يلي  
١- ما عدا الفرض الرابع يفترض أنه تكون كمية الضوء كافية وهذا ما أثبتته الملاحظة العلمية

الملاحظة العلمية

١- إذا كان تردد الضوء ضعيف لا يتحرر الإلكترونات مهما زادت شدته

٢- عند استبدال الضوء الأحمر بضوء أزرق تحررت الإلكترونات وبذلك اكتشفنا أنه تحرر الإلكترونات يعتمد على تردد الضوء الساقط وليس شدته

٣- عند زيادة شدة الضوء لم تتغير سرعة الإلكترونات ولا حركتها **ولكن** عند زيادة التردد زادت السرعة وطاقة الحركة

**وعند زيادة شدة الضوء زادت شدة التيار الكهروضوئي**

(من ذلك) شدة التيار تعتمد على شدة الضوء **ولكن** بشرط أنه تكون كمية الضوء كافية



\* عند سقوط ضوء على الشدة على سطح المعدن فلما تتبعت الالكترونات  
فبعد زيادة شدة الضوء فإن شدة التيار الكهروضوئي لا تتغير

\* عند سقوط ضوء على سطح معدن تحررت منه إلكترونات فعند  
زيادة عدد الفوتونات (زيادة شدة الضوء)  
فترداد شدة التيار الكهروضوئي

\* ماذا يحدث عند :  
سقوط ضوء على سطح معدن تردد

← أقل من التردد الحرج : لا تتحرر الإلكترونات من سطح المعدن مما كانت  
شدة الضوء  
← أكبر من التردد الحرج : فإن الإلكترونات تفرر ويكتسب طاقة حركية  
← يساوي التردد الحرج : فإن الإلكترونات تفرر بالكاد دون  
أن تكتسب طاقة حركية

\* \* \* التردد الحرج يتوقف على نوع المعدن  
\* \* \* الطول الموجي الحرج يتوقف على نوع المعدن  
\* \* \* الطول الموجي الحرج  $\lambda_c$  هو أكبر طول موجي للضوء المأقظ  
يكفي لتحرير إلكترون من سطح المعدن دون إكابه طاقة حركية

$$C = \lambda \nu$$

سرعة الضوء

$$C = \lambda_c \nu_c$$

$$\lambda_c = \frac{C}{\nu_c}$$

$$\nu_c = \frac{C}{\lambda_c}$$

\* ماذا يحدث عند :  
سقوط ضوء على سطح معدن طول له الموجي

← أصغر من الطول الموجي الحرج : لا تتحرر الإلكترونات

← يساوي الطول الموجي الحرج : تتحرر الإلكترونات بالكاد دون  
أن تكتسب طاقة حركية

← أكبر من الطول الموجي الحرج : لا تتحرر الإلكترونات



\* تفسير زيادة شدة التيار الكهروضوئي بزيادة شدة الضوء الساقط

زيادة شدة الضوء الساقط تعني زيادة عدد الفوتونات الساقطة على المعدن وكل فوتون يحرر إلكترون بشرط **أن يكون تردده أكبر من أو يساوي التردد الحرج** وبالتالي يزداد عدد الإلكترونات المتحررة فتزداد شدة التيار الكهروضوئي.

تفسير أينشتاين للظاهرة الكهروضوئية

معادلة أينشتاين للتأثير الكهروضوئي

$$K_E = E - E_w$$

$K_E$ : طاقة حركية الإلكترونات الكهروضوئية  
 $E$ : طاقة الفوتون الساقط  
 $E_w$ : دالة الشغل

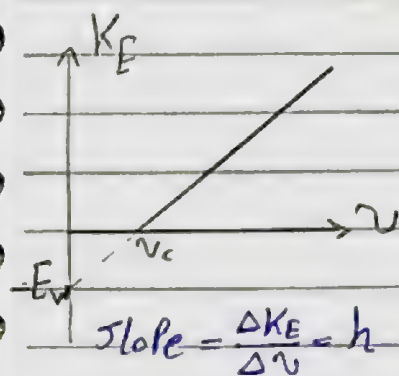
$$K_E = \frac{1}{2} m_e v^2, m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E_w = h\nu_c = \frac{hc}{\lambda_c}$$

$$* \text{ eV } \times 1.6 \times 10^{-19} \rightarrow \text{J}$$

$$\leftarrow \div 1.6 \times 10^{-19}$$



إيجاد الجزء المقطوع من محور السينات بإيجاد الجزء المقطوع من محور الصادات

$$\nu = 0$$

$$E = h\nu = 0$$

$$K_E = E_w$$

$$K_E = 0$$

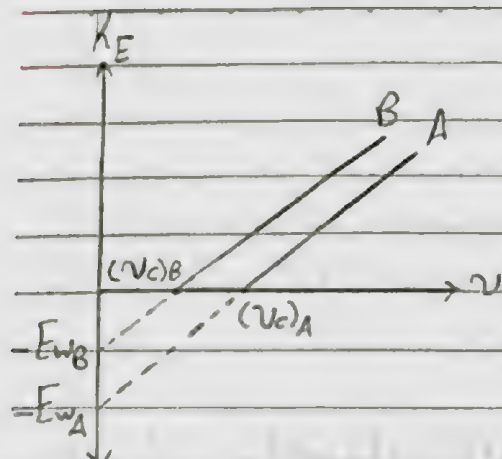
$$K_E = E - E_w = 0$$

$$E = E_w$$

$$h\nu = h\nu_c$$

$$\nu = \nu_c$$

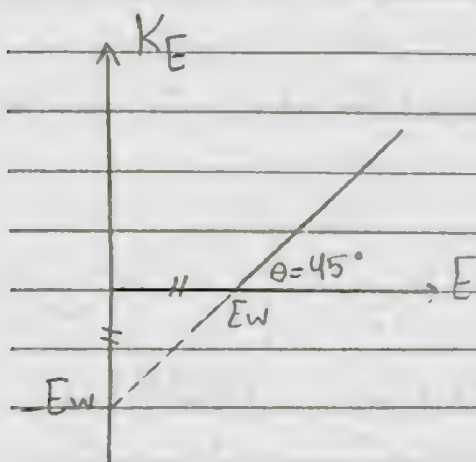




$$(v_c)_A < (v_c)_B$$

$$(E_w)_A < (E_w)_B$$

$$(Slope)_A = Slope(B) = h$$



$$K_E = E - E_w$$

إيجاد الجزء المقطوع من  
محور الماداد -

إيجاد الجزء المقطوع من  
محور السينات

$$E = 0$$

$$K_E = -E_w$$

$$K_E = 0$$

$$E - E_w = 0$$

$$E = E_w$$

$$Slope = \frac{\Delta K_E}{\Delta E} = 1$$

$$\tan \theta = 1$$



## « ظاهرة كومبتون »

« ظاهرة كومبتون : عند سقوط فوتون عالي التردد من أشعة X على إلكترون حر فإن الفوتون يشتت ويتغير اتجاهه ويقل تردده وتزداد سرعة الإلكترون المشتت ويتغير اتجاهه »

س ما الغرض من ظاهرة كومبتون ؟  
هو إثبات الصفات الجسيمية للفوتون

« التصادم بين الإلكترون والفوتون تصادم مرئي »

قانون بقاء الطاقة

قانون بقاء كمية الحركة

مجموع كمية الحركة  
الفوتون والإلكترون =  
للفوتون والإلكترون  
بعد التصادم قبل التصادم

مجموع طاقتي الإلكترون  
والفوتون =  
قبل التصادم  
بعد التصادم  
 $(KE_1 + E_1) = (KE_2 + E_2)$

« قانون بقاء الطاقة »

$$KE_1 + E_1 = KE_2 + E_2$$

فوتون إلكترون  
فوتون إلكترون  
قبل التصادم بعد التصادم

$$\frac{1}{2} m_e v_1^2 + h\nu_1 = \frac{1}{2} m_e v_2^2 + h\nu_2$$

$= \frac{hc}{\lambda_1}$   $= \frac{hc}{\lambda_2}$

« المقدار  $\frac{1}{2} m_e v^2$  = صفر عند يكون الإلكترون ساكن أي أنه سرعته صفر »

س علل ظاهرة كومبتون تشتت للأشعة الجسيمية للفوتون ؟

لأن الفوتون يتصادم مع الإلكترون كجسيم له طاقة وله كمية حركة  
والفوتون المشتت يقل طاقته والإلكترون المشتت تزداد طاقته



ملاحظات هامة

خواص الفوتون

١- الفوتون : هو كم من الطاقة مركّز في حين صغير جداً

٢ له طاقة (E)  $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = mc^2$

٣- يتحرك دائماً بسرعة ثابتة (c)  $(c = 3 \times 10^8 \text{ m/s})$

٤ له كتلة أثناء حركته (m)  $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h\nu}{cc} = \frac{h}{\lambda c}$

و أثناء الوجود تتلاشى كتلته وتتحول إلى طاقة يتمتع بها الجسم  
الذي أوقفه عن الحركة

س علل كتلة الفوتون الساكن تساوي صفراً؟  
لأنها تتحول إلى طاقة يتمتع بها الجسم الذي أوقفه عن الحركة

قانون بقاء الكتلة والطاقة  
علاقة أينشتاين للكتلة والطاقة  
أساس عمل القنبلة الذرية

س علل عند انشطار النواة تنتج كمية هائلة من الطاقة؟  
لأن الطاقة تحسب من العلاقة  $E = mc^2$  وبالتالي تكون  
كم الطاقة هائلة جداً حيث  $c^2 = 9 \times 10^{13}$

٥ له كمية تحرك (P)  $P = mc = \frac{E}{c^2} \times c = \frac{E}{c}$

$= \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$



\* النسبة بين ثابت بلانك إلى الطول الموجي للفوتون كمية ترك الفوتون

\* النسبة بين لماعة الفوتون إلى سرعة الضوء كمية ترك الفوتون

\* النسبة بين لماعة الفوتون إلى مربع سرعة الضوء كمية الفوتون

\* حاصل ضرب كتلة الفوتون في سرعة الضوء كمية ترك الفوتون

\* حاصل ضرب كتلة الفوتون في مربع سرعة الضوء لماعة الفوتون

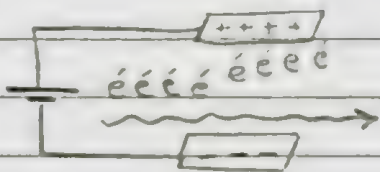
٦- غير مشحون «أي أنه ليس له شحنة» لذلك لا يمكن تعجيله  
«لا يمكن تغيير سرعته» بالجال الكهربائي أو المجال المغناطيسي

## خواص الإلكترون

١- الإلكترون جسم مادي مشحون لذلك يمكن تعجيله «تغيير سرعته»  
بتعريفه لجال كهربائي أو مجال مغناطيسي

٢- كيف يميز بين الفوتون والإلكترون؟

بتعريفهما لجال كهربائي أو مجال مغناطيسي



الإلكترون ينحرف عن مساره ذي

يتغير اتجاهه وتتغير سرعته

والفوتون لا ينحرف عن مساره

ولا تتغير سرعته واتجاهه

٢- له كتلة ثابتة ولها شحنة موجبة «أي أنها موجبة»  
« $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ »

٣- شحنته سالبة ومقدارها « $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ »



$$KE = \frac{1}{2} m_e v^2$$

٤- له طاقة "KE"

$$KE = E - E_w$$

عند تعرض الإلكترون لطاقة ضوئية

$$KE = eV$$

عند تعرض الإلكترون لفارق جهد

$$p_L = m_e v$$

٥- له كمية تحرك "p\_L"

$$\lambda = \frac{h}{p_L} = \frac{h}{m_e v}$$

٦- له طول موجي مماثل لحركته

والنسبة بين ثابت بلانك وكمية التحرك في الطول الموجي للمصاحب لحركة الإلكترون

ما حدث للإلكترون عندما انشعرت

ما حدث للفوتون عندما انشعرت

١- طاقته "KE" تزداد

١- طاقته (E) تقل

لأنه لاكتسب جزء من طاقة الفوتون

لأن جزء من طاقة الفوتون ينتقل

٢- سرعته "v" تزداد

إلى الإلكترون نتيجة التصادم

تزيد  $KE = \frac{1}{2} m_e v^2$  تزداد

٢- تردده يقل

$$E = h\nu$$

يقل يقل

٣- كتلته تظل ثابتة

٣- كتلته تقل

$$m = \frac{E}{c^2}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

٤- كمية تحركه "p\_L" تزداد

٤- كمية التحرك تقل

$$p_L = m_e v$$

$$p_L = m_e c = \frac{E}{c}$$

يقل يقل

٥- الطول الموجي للمصاحب لحركته يقل

٥- سرعته تظل ثابتة  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

٦- الطول الموجي يزداد

$$\lambda = \frac{c}{\nu}$$

٧- نصف قطره "r" يزداد

$$\lambda = \frac{h}{p_L} = \frac{h}{m_e v}$$

تقل

النسبة بين طاقة الفوتون المشتت إلى طاقة الفوتون الساقط  
أقل من الواحد الصحيح

النسبة بين الطول الموجي للفوتون الساقط إلى الطول الموجي للفوتون  
المشتت أقل من الواحد الصحيح

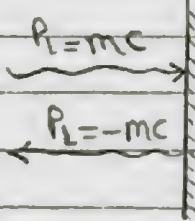
النسبة بين سرعة الفوتون بعد التصادم إلى سرعة الفوتون قبل  
التصادم في ظاهرة كومبتون تساوي الواحد الصحيح

النسبة بين كتلة الفوتون من الشعاع أكبر إلى كتلة الفوتون من الأشعة  
البنفسجية أكبر من الواحد الصحيح

صت له الأكبر في التردد أكبر في الكتلة



١١ استنتاج قانون حساب القوة التي يؤثر بها شعاع من الفوتونات



علاج

$$\Delta P_L = 2mc$$

$$\text{مركب الفوتون} = \frac{2E}{c^2}$$

$$mc - (-mc) = 2mc$$

$$mc - mc = -2mc$$

$$= \frac{2h\nu}{c}$$

$$F = \frac{\Delta P_L}{\Delta t}$$

وإذا كانت الفوتونات تسقط على السطح بعدد  $\phi_L$  فوتون/ثانية حيث  $\phi_L$  هي عدد الفوتونات الساقطة في الثانية الواحدة

$$\phi_L = \frac{N}{t}$$

عدد الفوتونات

$$\Delta t = 1s$$

$$P_L = F$$

$$\Delta P_L = \frac{2h\nu}{c} \phi_L$$

$$F = \frac{2h\nu}{c} \phi_L$$

$$F = \frac{2P_w}{c}$$

$$h\nu \phi_L = \frac{E \times N}{t}$$

$$= \frac{E_{\text{شعاع}}}{t} = P_w$$

$$P_w = h\nu \phi_L$$

القدرة الضوئية

• علل لا يستطيع شعاع الفوتونات التأثير على الجسم بينما يستطيع التأثير على الإلكترون ؟

لا يستطيع التأثير على الجسم لأن القوة التي يؤثر بها شعاع الالكافوتونات تتعبر من العلاقة  $F = \frac{2P_w}{c}$  وبالتالي هنة القوة تكون ضئيلة جداً حيث أنه ضعف القوة المقدرة مقسوم على سرعة الضوء فلا تؤثر على الجسم

ببعضها نستطيع التأثير على الالكترونات اصفر موجه وكتلته

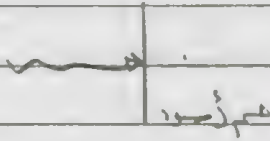
\* إذا كان المرآة

$$F = \frac{2P_w}{c}$$

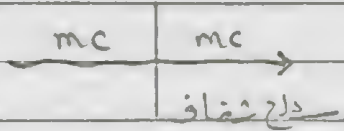
المرآة سطح عاكس

المرآة سطح أسود

$$F = \frac{P_w}{c}$$



المرآة سطح شفاف



$$\Delta P_L = 0$$

$$F = 0$$

$$P_w = h\nu \phi_L = \frac{hc\phi_L}{\lambda}$$

الغوزج المايكرو سكوبي (المغير / الغير مشاهد)

هو الغوزج المتبع (المستخدم) لدراسة الخواص الجسيمية للفوتون  
يصور الفوتون على أنه كرة نصف قطرها يساوي الطول الموجي  
للموجة  $\lambda$  ويتذبذب بعزل  $\nu$

ومجموع هذه الفوتونات لها مجال كهربائي ومغناطيسي متعامدان  
على بعضهما البعض وعلى اتجاه انتشار الموجة

يطبق إذا كان للعائق صغیر جداً ثم الإلكترون أو الذرة

الغوزج المايكرو سكوبي (الكبير / المشاهد)

هو الغوزج المتبع (المستخدم) لدراسة الخواص الموجية للفوتون  
يدرس الضوء كجزء من الفوتونات ككل ويراقب الخواص الموجية  
في سلوك حزمة الفوتونات



شدة الموجة تدل على مدى تركيز الفوتونات  
 كم مقياسها شدة المجال الكهربى ذو المجال المغناطيسى  
 (الماحب لشعاع الضوء)

يطلق إذا كان الفائق أبعادا أكبر بكثير من الطول الموصى للضوء

العلاقة بين الطول الموجى للفوتون وكمية مركته الخطية

$$P_L = \frac{h\nu}{c}$$

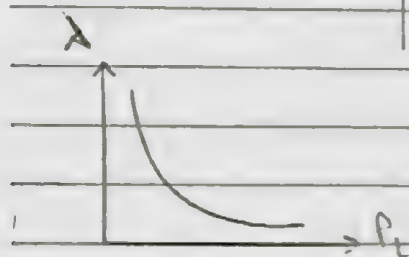
$$= \frac{h}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{P_L}$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \times \frac{h}{h}$$

$$\lambda = \frac{hc}{h\nu}$$

$$\lambda = \frac{h}{\frac{h\nu}{c}} \rightarrow \pi$$



$$P_L = mc = \frac{E}{c} \times c = \frac{h\nu}{c} \rightarrow ②$$

$$\lambda = \frac{h}{P_L}$$

$$\text{slope} = \frac{\Delta \lambda}{\Delta \frac{1}{P_L}}$$

$$= h$$

\* النسبة بين ثابت بلانك إلى كمية تحرك الفوتون الطول الموصى للفوتون

\* النسبة بين ثابت بلانك إلى الطول الموصى للفوتون كمية تحرك الفوتون

ماصل ضرب الطول الموصى للفوتون في كمية تحركه ثابت بلانك

\* كلما زادت كمية تحرك الفوتون قل الطول الموجى له

كيف تتعامل الفوتونات مع سطح عند سقوطها عليه

إذا كان الطول  $\lambda$  للفوتون

أ. أكبر بكثير من المسافات  
بين ذرات الجسم

ب. أصغر من المسافات البينية  
لذرات الجسم

فإن الفوتونات تنفذ  
من خلالها مثل ما يحدث  
في حالة أشعة X

فإن الفوتونات تعامل هذا  
السطح كسطح متصل وتنعكس  
عنه



## « الطبيعة الموجية للجسيم »

لآ معادلة دي برولي

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad \text{لأي جسيم}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

\* النسبة بين ثابت بلانك وكمية حركة الجسيم الطول الموجي للموجة المصاحبة لحركة الجسيم

\* النسبة بين ثابت بلانك والطول الموجي للموجة المصاحبة لحركة جسيم كمية ترك الجسيم

\* حامل ضرب الطول الموجي للموجة المصاحبة لحركة جسيم في كمية تركه ثابت بلانك

\* الطبيعة المزدوجة للضوء (الموجة)

الضوء له خواص موجية وخواص جسيمية

شعاع الضوء يتكوّن من عدد هائل من الفوتونات والفوتون المفرد يحمل الصفات الوراثية للموجة مثل التردد والسرعة والطول الموجي وينتقل في الفراغ والوسط المادي مثل كميّة الحركة

تنتقل في الفراغ والوسط المادي  
الانعكاس والتداخل الحيود الانتشار

\* شدة الموجة يعبر عنها بتركز الفوتونات الضوئية

## عن الطبيعة المزدوجة للجسيم

الجسيم له طبيعة موجية بجانب خصائصه الجسيمية  
(الإلكترونات)

شعاع الإلكترونات يتكون من عدد هائل من الإلكترونات  
الإلكترون المفرد يحمل الصفات الوراثية لكل مثل  
الكتلة والشحنة والدوران حول نفسه (اللف للفرز)  
وكمية الحركة وبما إن الإلكترونات لها كتلة ولها سرعة  
إذا تسارعت فترد وبالتالي لها خواص موجية تبعاً  
لمعادلة دي بروي

القوانين المستخدمة في الميكروسكوب الإلكتروني

$$K_E = \frac{1}{2} m_e v^2 = eV$$

$$\lambda_{\text{إلكترون}} = \frac{h}{m_e v}$$

$$v = \frac{h}{m_e \lambda}$$

$$\lambda^\circ \quad \begin{array}{c} \xrightarrow{\times 10^{-10}} m \\ \xleftarrow{\times 10^{10}} \end{array}$$

\* التسلسل للأضواء التي تحدث في الميكروسكوب الإلكتروني

زيادة فرق الجهد تؤدي إلى زيادة سرعة الإلكترونات → نقص الطول الموجي

→ زيادة القدرة التحليلية



$$\star \frac{K_{E1}}{K_{E2}} = \frac{V_1^2}{V_2^2} = \frac{P_{L1}^2}{P_{L2}^2}$$

$$\star \phi_L = \frac{P_w \lambda}{hc}$$

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

هكيب

$$m_{\text{إلكترون}} < m_{\text{بروتون}}$$

$$\lambda_{\text{إلكترون}} > \lambda_{\text{بروتون}}$$

عندما يتحرك البروتون والإلكترون بنفس السرعة

==

تح محمد الله  
إنشاء الفصل  
الأول في الفيزياء  
الحديثة

« الفصل السادس »

الأنماط الذرية

نواتج

الطيف هو تحليل الضوء إلى مكوناته المرئية والغير مرئية

لناك  $r = \frac{n \lambda}{2\pi}$  /  $r_n = 5.3 \times 10^{-11} n^2 (m)$

أ نصف القطر

$\lambda$

يجب من معادلة دي برولي

$$\lambda = \frac{h}{p_e} = \frac{h}{mev}$$

← سرعة الإلكترون

مباشر

«  $h$  ثابت بلانك »

«  $p_e$  كمية التحرك »

«  $me$  كتلة الإلكترون »

$n$

رسم الموجات

رتبة المدار

مباشر



$n=4$

$$n = \frac{\text{عدد العقد}}{2} = \frac{\text{عدد القطاعات}}{2}$$



حساب طاقة أي مستوى ( $E_n$ ) في ذرة الهيدروجين

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

$$\text{eV} \xrightarrow{\times 1,6 \times 10^{-19}} \text{J}$$

\* حساب طاقة أي مستوى ( $E_n$ ) في ذرة أخرى

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2} Z^2 \text{ eV}$$

«العدد الذري  $Z$ »

\* طاقة أي مستوى تتوقف على رتبة المستوى

حساب الطول الموجي / التردد الناتج من عودة الإلكترون

$$h\nu = (E_2 - E_1) = \frac{hc}{\lambda} = \Delta E$$

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

احسب الطول الموجي للفوتون المنبعث من ذرة الهيدروجين عند عودة الإلكترون من المستوى الرابع إلى المستوى الثاني

$$\lambda = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{hc}{E_4 - E_2}$$

$$= \frac{6,625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\left(-\frac{13,6}{4^2} - \frac{13,6}{2^2}\right) \times 1,6 \times 10^{-19}} = 4,87 \times 10^{-7} \text{ m}$$

\* أعلى مجموعات طيف ذرة الهيدروجين **طاقة** متسلسلة ليمان

\* أكبر مجموعات طيف ذرة الهيدروجين **طول موجي** متسلسلة فوند

\* مجموعة من مجموعات طيف ذرة الهيدروجين **أكثر رؤية** الفوتونات

**بالعين المجردة** متسلسلة بالمر

كيف تميز بين فوتونات مجموعة بالمر وفوتونات مجموعة ليمان؟

بالعين المجردة حيث يمكن رؤية فوتونات مجموعة بالمر لوقوعها

في منطقة الضوء المرئي ولكن لا يمكن رؤية فوتونات مجموعة

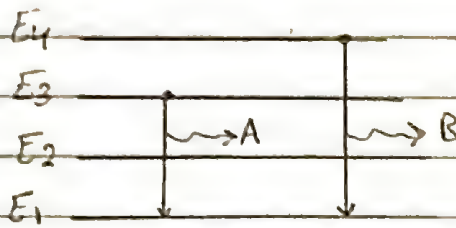
ليمان لوقوعها خارج منطقة الضوء المرئي

أيضا أكبر طاقة وتردد

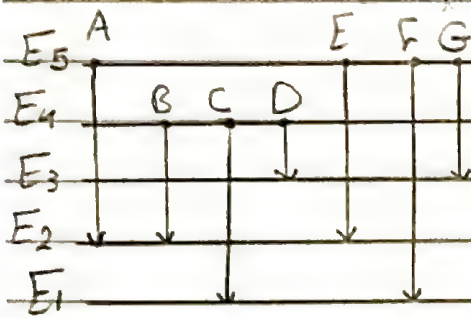
$$E_A < E_B$$

$$\nu_A < \nu_B$$

$$\lambda_A > \lambda_B$$



لأن الفرق في الطاقة من المستوى الرابع إلى المستوى الأولي أكبر من الفرق في الطاقة من المستوى الثالث إلى المستوى الأولي



$$E_D < E_G = E_A < E_B < E_E < E_C < E_F$$

$$\nu_D < \nu_G = \nu_A < \nu_B < \nu_E < \nu_C < \nu_F$$

$$\lambda_D > \lambda_G = \lambda_A > \lambda_B > \lambda_E > \lambda_C > \lambda_F$$

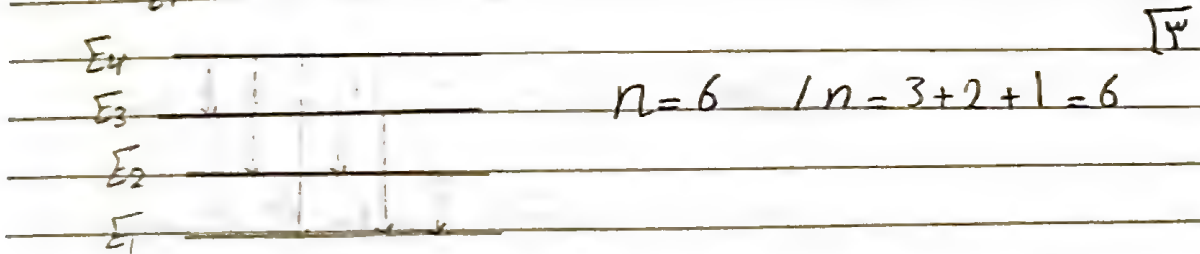
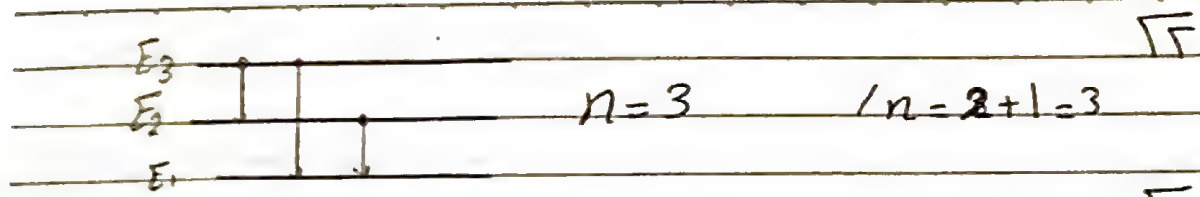
أصب عدد الفوتونات عندما ينتقل الإلكترون من مستوى طاقة إلى مستوى طاقة أقل



$$n=1$$

II





$$\frac{n^2 - n}{2} = \text{عدد الاحتمالات}$$

حساب أقل طاقة إشعاع  
(أطول طول موجي)

$$E_{\min} = E_{n+1} - E_n$$

$$E_{\min} = E_3 - E_2$$

بالر

$$= h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{\Delta E} = \frac{hc}{E_{n+1} - E_n}$$

حساب أقصى طاقة إشعاع  
(أقل طول موجي)

$$E_{\max} = E_{\infty} - E_n$$

$$E_{\max} = E_{\infty} - E_2 = h\nu$$

بالر

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{E_{\infty} - E_n} = \frac{hc}{E_{\infty} - E_2}$$

$$E_{\infty} = 0$$

المطياف (اليسكروميتر)

الاسـ قدام (الوخيفة)

١ تحليل الضوء إلى مكوناته المرئية والغير مرئية

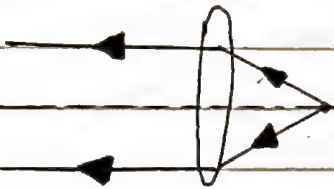
٢ الحصول على طيف نقى

هو المطيف النقي هو طيف  
ألوانه غير متداخلة حيث  
يكون لكل لون فيه طول  
موجي محدد

٣ تقدير درجة حرارة الأجسام والبراهين غازات

فكرة العمل : انكسار الضوء

تحليل الضوء في المنشور الثلاثي عندما يكون في وضع النجاية  
الصغرى للانحراف



أشرح عمل المطياف للحصول على طيف نقى ؟

١ تضاع الفتحة الضيقة بواسطة مصدر ضوء أبيض متعلق  
بالمصدر الضوئي المراد دراسة طيفه

٢ تسقط الأشعة من خلال الفتحة الضيقة على عدسة محدبة

٣ تخرج الأشعة من العدسة المحدبة متوازية ثم تستقر على  
المنشور الثلاثي المهيئ في وضع النجاية للصغرى للانحراف



٤- يقوم المنشور الثلاثي بتحويل الضوء إلى مكوناته السبع

٥- تقود الأشعة من المنشور بحيث تكون أشعة كل لون متوازية

فيها بينما وغير متوازية لأشعة الألوان الأخرى

٦- تعمل العدسة الشبيهة على تجميع أشعة كل لون في بؤرة خاصة

يمكن رؤيتها بواسطة العدسة العينية

ما الشروط اللازمة للحصول على طيف نقي من خلال المطياف؟

١- أن تسقط الأشعة متوازية على المنشور

٢- أن يكون المنشور في وضع الزاوية الصغرى للانحراف

٣- أن تجمع أشعة كل لون في بؤرة خاصة بواسطة العدسة الشبيهة

### أنواع الطيف

غير مرئي  
الأشعة تحت الحمراء  
فوق بنفسجية  
البنفسج  
أشعة جاما

مرئي (منظور)  
الضوء المرئي

طيف انبعاث      طيف امتصاص

هو الطيف الناتج من عودة ذرات متارة من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل

## طيف الانبعاث

خطي (مميز)

مسعر (متصل)

أو شريطي

س علان لا يهدس الطيف الخطي من المادة إلا إذا كانت في صورة ذرات  
منه صله أو في الحالة الغازية تحت ضغط منخفض ؟  
لأن الطيف الخطي ينتج من إنتقال الذرات للشارية من مستويات طاقة  
أعلى إلى مستويات طاقة أقل ولا يمكن إثارة العناصر إلا إذا كانت  
في صورة الذرية وليس الصورة الجزيئية

« الأشعة السينية »

س ما النتائج المترتبة على مرور ضوء أبيض خلال غاز ؟  
يختف منه بعض الأطوال الموجية

س ما النتائج المترتبة على مرور الأشعة السينية خلال غاز ؟  
ينأمن الغاز كبر حلاقة الأشعة السينية

إستخداماتها :

١- تصوير العظام وتحديد أماكن الشروخ والكسور « إختراق الأقواس »

٢- الكشف عن العيوب التركيبية في المواد المعدنية المستخدمة  
في الصناعة « الطرد والنفاذ »

٣- تستخدم في دراسة التركيب البلوري للمواد « الحيود »



\* الفتيلا في أنبوبة كولد هي مصدر للإلكترونات

\* الفتيلا في أنبوبة الكاثود هي مصدر لتسخين حراري للكاثود

\* صنع الساك من الفلوس في أنبوبة كولد

لأنه الفلوس موصل جيد للكهرباء وجيد للتوصيل الحراري

\* الأنبوبة مفرغة من الهواء

حتى لا تصدم الإلكترونات بجزيئات الهواء فتفقد طاقتها  
وحتى لا تتأكسد الفتيلا

\* ماذا يحدث عند

زيادة العدد الذري لمادة الهدف بالنسبة لطيف الناتج للأشعة  
السينية ؟

لا يتأثر الطيف المسفر لكن يقل الطول الموجي لطيف المميز

\* ماذا يحدث عند

زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود بالنسبة لطيف المميز للأشعة  
السينية ؟

لا يتأثر

\* ماذا يحدث عند

زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود بالنسبة للأطوال الموجية للأشعة X ؟  
يقل الطول الموجي لطيف المسفر ولا يتأثر الطول الموجي لطيف المميز

شروط ظهور الطيف المميز للأشعة X

1- أن يخلق فرق جهد عال بين الفتيلا ومادة الهدف

2- أن يصدم أحد الإلكترونات المعجلة المنطلق من الفتيلا

بأحد الإلكترونات القريبة من مادة الهدف في إحدى الذرات

فينقل لتوى طاقتها إلى ذرة أو يجعله يغادر الذرة

متى لا يظهر الطيف للميز للأشعة السينية ؟  
في حالة استخدام فرق جهد منخفض بين الكاثود والأنود

العوامل التي تتوقف عليها شدة الأشعة السينية ؟

١- شدة تيار الفيلد

٢- فرق الجهد بين الكاثود والأنود

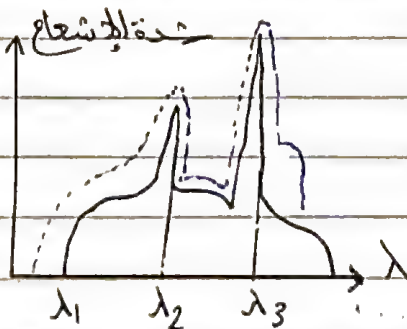
كيف يمكن زيادة أشعة X على النفاذ ؟

١- زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود وبالتالي يقل الطول الموجي

٢- زيادة العدد الذري لمادة الهدف فيقل  $\Delta E$  وبالتالي يقل الطول الموجي لطيف المميز

مراحل تحويل الطاقة في أنبوبة كولدج

طاقة كهربائية  $\rightarrow$  طاقة حركية  $\rightarrow$  طاقة كهرومغناطيسية



عند زيادة فرق الجهد بين الكاثود والأنود

$$\lambda_{\min} = \frac{hc}{eV}$$

عكس

الـ ١ يقل ، ، ٢، ٣ لا تتأثر لا تتغير بتغير نوع مادة الهدف  
شدة الإشعاع تزداد



شدة الإشعاع

عند زيادة العدد الذري لمادة الهدف

 $\lambda_1$  تظل ثابتة $\lambda_2$  تقل $\lambda_3$  تقل

شدة الإشعاع تظل كما هي

 $\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$ 

شدة الإشعاع

عند زيادة شدة تيار الفيلد

 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  لا يتغير

شدة الإشعاع تزداد

 $\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3$ 

\* يتوقف الطول الموجي لطيف المميز على نوع مادة الهدف  
← العدد الذري لمادة الهدف

\* يتوقف ظهور الطيف المميز للأشعة السينية على فرق الجهد بين  
الكاثود والأنود

« المسائل »

1. لحاب طاقة الإلكترونات المنبعثة من الفيلد

$$K_E = \frac{1}{2} m_e v^2 = eV$$

2. لحاب سرعة الإلكترونات المنبعثة من الفيلد

$$V^2 = \frac{eV}{\frac{1}{2} m_e} = \frac{2eV}{m_e}$$

$$V = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$$

٢. لحاب أقصر طول موجي للأشعة X

$$\lambda_{min} = \frac{hc}{eV}$$

$$V = \frac{hc}{e\lambda_{min}}$$

فرق الجهد  $V \rightarrow$

٣. لحاب أعلى تردد للأشعة X

$$\nu_{max} = \frac{c}{\lambda_{min}}$$

٤. أقصر طول موجي  $\lambda_{min}$

٥. لحاب عدد الإلكترونات التي تصطدم بالهدف في زمن معين

$$Q = N \cdot e$$

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{It}{e}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19}$$

٦. لحاب معدل الطاقة الكهربائية المستخدمة في الأنبوبة

$$P_w = VI$$

القدرة الكهربائية

٧. لحاب الطاقة الكهربائية المستخدمة في الأنبوبة

$$W = P_w \cdot t \quad \text{or} \quad W = VIt$$

٨. لحاب كفاءة أنبوبة أشعة X (أنبوبة كولدج)

$$\text{كفاءة الأنبوبة} = \frac{P_w (\text{أشعة X})}{P_w (\text{كهرباء})}$$

٩. لحاب الطاقة الكهربائية المستهلكة في صورة حرارة فقط  
للحرارية المتولدة في أنبوبة كولدج

$$P_w (\text{كهرباء}) = P_w (\text{أشعة X}) + P_w (\text{حرارة})$$



$$W = P_W(\text{مؤثرية}) \times t$$

$$P_W(\text{مؤثرية}) = P_W(\text{كهربائية}) - P_W(\text{اشعة})$$

## أنواع الانبعاث

أنواع الانبعاث

أنواع الانبعاث

هو الانبعاث الذي يتضمن توزيعاً غير مستقر أو غير متصل للترددات والأطوال الموجية

هو انبعاث يحتوي على الأطوال الموجية والترددات الممكنة في مدى معين

(99)

ينظر على شكل خطوط ملونة

انبعاث يتضمن توزيعاً مستقراً أو

متصلاً للترددات والأطوال الموجية

على خلفية سوداء أو خلفية معتمة

ينظر بشكل في الانبعاث على شكل خلفية

$$\Delta E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

ملونة بدون فواصل

\*\*\* لا يوجد عنصر بارز

ينتج عن الأجسام المتوهجة كالشمس وفيتلة المصباح

نفس الانبعاث



## .. كيف الامتصاص ..

هو خطوط معتمة لبعض الأطوال الموجية في الطيف المسطر للضوء  
الابيض هذه الخطوط تنتج عن امتصاص الغاز (بخار العنصر) لخطوط الطيف

المميزة لها

خطوط فرونر وفرر: هي أطراف امتصاص خطية العناصر الموجودة  
في الغلاف الشمسي وقد وُجد أنها خاصة بعنصري الهيليوم والريديوجين  
وهذا ما أثبت وجود عنصري الهيليوم والريديوجين في الغلاف الشمسي

منسلاات كيف نمو الريديوجين اعتبر كمنال طيف الانبعاث

الخطي

## « الفصل السابع »

### « الليزر LASER »

« Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation »

« تكبير / تضخيم شدة الضوء بواسطة الانبعاث المستحث للإشعاع »

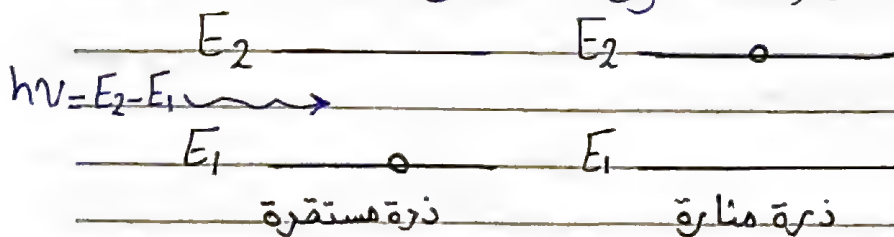
الليزر هو تكبير / تضخيم شدة الضوء بواسطة الانبعاث

للإشعاع المستحث

يعني ليه انبعاث للإشعاع مستحث ؟

عندما تكون الذرة في المستوى الأرضي ( $E_1 / E_0$ ) في الحالة العادية تسمى ذرة مستقرة وفند اللقاء فوتون عليها يحدث لها إثارة فيجاء تنقل من المستوى الموجودة فيه إلى مستوى طاقة أعلى ويشترط الحدوث ذلك أنه تكون طاقة الفوتون الساقط تساوي الفرق بين طاقتي المستويين اللذان تنتقل الذرة بينهما

\* عملية الإثارة هي عملية امتصاص الذرة لفوتون طاقته تساوي الفرق بين طاقتي المستويين اللذان تنتقل الذرة بينهما من مستوى طاقة أدنى إلى مستوى طاقة أعلى





ولكن لا تبقى الذرة مثارة لفترة حيث أنها تبقى لفترة قدرها

$10^{-8}$  ثانية وتسمى فترة العمر وهذه هي الفترة الطبيعية لمستوى الطاقة.

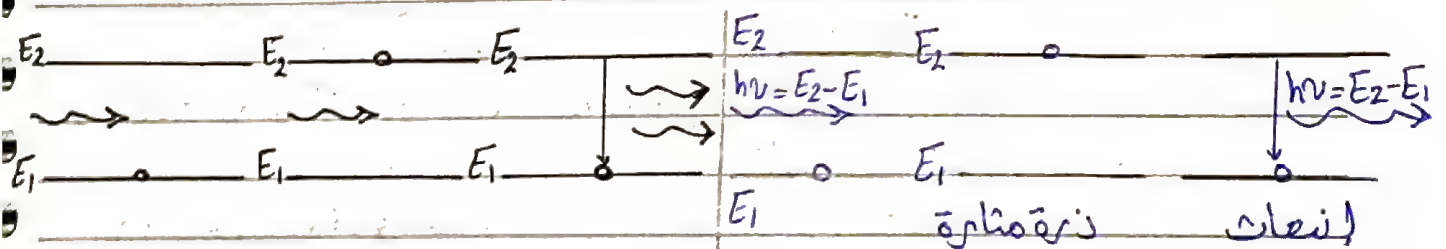
\* هناك مستويات شبيهة مستقرة تكون فترة العمر لها طويلة وقدرها  $10^{-3}$  ثانية

وعندما تنتهي فترة العمر تعود الذرة إلى مستوياتها الأصلية وتصدر الفوتون التي امتصتها وهذا هو الانبعاث



\* عليه الانبعاث (الإسترخاء) إلى مدار الانبعاث الفوتون الممتص وعودة الذرة إلى مستوياتها الأصلية ويحدث بطريقتين هما :-

1- الانبعاث التلقائي  
2- الانبعاث المستحث  
كيفية الحدوث



عند سقوط فوتون على ذرة لها طاقة

تساوي الفرق في طاقة المستويين

التي تنتقل الذرة خلالها فإنها تنتقل

إلى مستوى لها طاقة أعلى وقبل إستمرار

فترة العمر سقط فوتون آخر

طاقته تساوي لها طاقة الأول

ذرة

مستقرة

عند سقوط فوتون على الذرة حدث

لها إثارة حيث أنه لها طاقة الفوتون

تساوي الفرق في الطاقة للمستويين

الذاتة إنتقلت الذرة خلالها

وبعد انتهاء فترة العمر تصدر الذرة الفوتون الذي ينتجته وتكونه طااقة الفوتون المنبعث تساوي الفرق في الطاقة للمستويين التي انتقلت الذرة بينهم

حسب من الفروض عند السبب  
الذرة فوتون واحد في المستوى الثاني  
أو هي طاقة تنتقل إلى المستوى  
الأعلى ؟ هذا "لا"

حيث أنه طااقة الفوتون الممتص وهي  
مساوية يساوي الفرق بين طااقة  
المستويين المنتقله خلال الذرة  
ولكن عندما تكون طااقته تساوي  
الفرق بين طااقة للمستوي الثالث  
والثاني فإنه الذرة تنتقل للمستوي  
الثالث

س: في الانبعاث المستحث نعمل على فوتونين من الذرة نتيجة سقوط  
فوتون واحد عليها هل يعد ذلك انتهاك لقانون بقاء الطاقة ؟

لا ، حيث أحد الفوتونين هو الفوتون الأصلي المسبب للإثارة والفوتون  
الثاني هو الفوتون المسبب للإنبعاث المستحث

\* الإنبعاث التلقائي ← هو الإنبعاث الذي يحدث عند عودة الذرة  
لثارة من مستوى طااقة أعلى إلى مستوى طااقة أدنى بعد انتهاء  
فترة العمر دون أي مؤثر خارجي

\* الإنبعاث المستحث ← هو الإنبعاث الذي يحدث عند عودة الذرة  
لثارة من مستوى طااقة أعلى إلى مستوى طااقة أدنى قبل انتهاء فترة  
العمر بتأثير فوتون خارجي عليها طااقته تساوي الفرق بين طااقة المستوى  
الأعلى و طااقة مستوى الإثارة



فترة العمر هي الفترة التي تقضيها الذرة في مستوى الإثارة ثم تنفذ لها قفزا وتعود إلى مستواها الأصلي وقدرها  $10^{-8}$  ثانية في المستويات المستقرة

\* وتكون في المستويات شبه المستقرة  $10^{-3}$  ثانية ولم يذكر إذا كانت المستويات مستقرة أو غير مستقرة فإننا نحسبها  $10^{-8}$  ثانية حيث أنه المقصود يكون للمستويات العادية

### شروط حدوث الانبعاث المستحث

هو سقوط فوتون على الذرة تكون لها قفزة مساوية للفرق بين طاقتي المستويين للذرة تنتقل بينهما الذرة وذلك قبل انقضاء فترة العمر

\* مكتشف الانبعاث المستحث هو العالم أينشتاين

### خصائص كلاهما

أ فوتونين أحدهما يكون الفوتون السابق والآخر يكون الفوتون المنبعث ويكونان متافقيين في	أ فوتونين أحدهما يكون الفوتون السابق والآخر يكون الفوتون المنبعث ويكونان متافقيين في
أ الطاقة	أ الطاقة
أ التردد	أ التردد

أ الطول الموجي	أ الطول الموجي
أ الاتجاه	أ الاتجاه

أ الطور  $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$  حيث أنهما متطابقان يكون كلاهما ملائما للآخر لا يسبق أحدهما الآخر

ويختلفان في الاتجاه، حيث يكون الاتجاه للفوتون المنبعث عشوائياً



أ الطور

٢٢ يكون سائد في مصادر الضوء العادية (المصابيح)

٢٣ خصائص الفوتونات المنبعثة من الانبعاث التلقائي والانبعاث المستحث يكونان مختلفان

٢٤ أشعة الليزر يكون لها خصائص مختلفة عن الأشعة الصادرة السائد في الانبعاث التلقائي

خصائص أشعة الليزر  
اللميزة له عن الضوء العادي

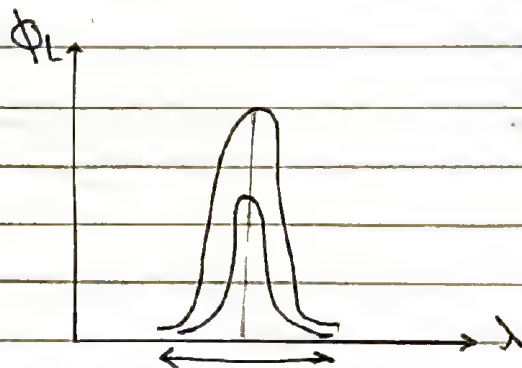
الليزر

الضوء العادي

٢٥ التقاء الطيف

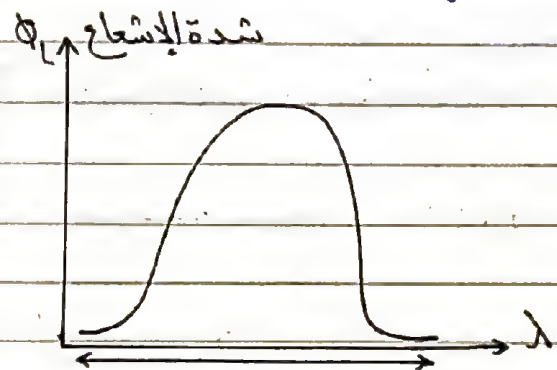
فوتونات الليزر تغطي مدى ضيق من الأطوال الموجية

وتتركز الشدة عند طول موجي معين لذلك يعتبر ضوء أحادي الطول الموجي



«المدى الضيق لضوء الليزر»  
تتركز الشدة عند طول موجي معين

فوتونات الضوء العادي تغطي مدى كبير من الأطوال الموجية لذلك نرى تعدد درجات اللون الواحد عند النظر إليه بالعين المجردة



«تغطي الفوتونات مدى كبير من الأطوال الموجية»  
«المدى الضيق للضوء العادي»



## ٣٢ ترابط الفوتونات

فوتونات الليزر مترابطة زمانياً ومكانياً «تنتشر في نفس الوقت وفي نفس الاتجاه» ← ٣٢

الضوء العالي فوتونات غير مترابطة زمانياً ومكانياً «رأى تنتقل عشوائياً حيث أنها  
٣٢ تنتقل من المصدر في اتجاهات مختلفة

٣٢ تنتقل بنفس بفرق الطور «ثابت» مما يجعلها أكثر شدة وأكثر تركيزاً



٣٢ تنتشر باختلاف كبير وغير ثابت في الطور ويقل تركيزهم حيث أنهم في حالة تشتت

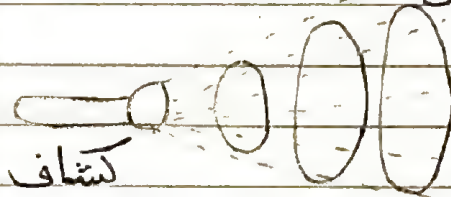
## ٣٣ توازي الحزمة الضوئية

قطر الحزمة الضوئية ثابت حيث أنه زاوية الانعراج تكون ضئيلة تكاد تنعدم ولا يعاني الفوتون من تشتت

حيث ينتقل بنفس الطور والفوتونات تكون مترابطة زمانياً ومكانياً





يزداد قطر الحزمة الضوئية كلما انتقل الفوتون لمسافات أبعد



حيث أنه زاوية الانعراج الشعاع كبيرة نسبياً

## القانون الثاني لـ «تركيز الإشعاع»

تقل شدة الإشعاع بزيادة المسافة وذلك لعدم تراكب الفوتونات وتخضع لقانون التربيع العكسي	شدة الإشعاع ثابت حيث أنها تنتقل بقرق طور ثابت وذلك لتراكب الفوتونات فتكون الشدة ثابتة وتنتشر لمسافات بعيدة دون تشتت ولا تخضع لقانون التربيع العكسي
 <p>شدة الضوء ضعيف</p>	 <p>شدة الضوء عالية</p>
	ليزر
	شدة الضوء ثابتة

«قانون التربيع العكسي» لشدة الفوتونية الساقطة على وحدة المساحات ( $1m^2$ ) تتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين مصدر الضوء وبين السطح الساقط عليه

\* إذا زادت المسافة للضعف فإن شدة الضوء تقل للربع

\* إذا زادت المسافة 3 أضعاف فإن شدة الضوء تقل للتسع

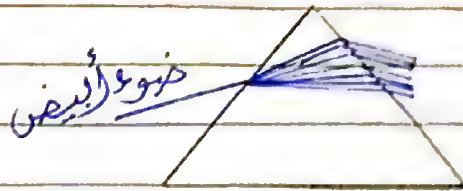
طبيب الأسنان تجر الأضراس ← يلاذئشوف

١٢ منشورانه في اوضع النهاية الصغرى للانحراف سقف  
 اعمدها ضوء ابيض وعلى الآخر ليزر



(٢)

في (٢) ينكسر شعاع الليزر  
 ويخرج من المنشور ولا يحدث  
 له تشتت حيث أنه نقي  
 لطيفاً لأنه أحادي الطول الموجي  
 (أحادي اللون)



(١)

في (١) يتحلل الضوء الأبيض  
 إلى ألوانه الطيف السبع حيث  
 يحدث له تشتت يحدث  
 للانحراف

٣٣ مصدر ضوء عادي شدته  $I$  فعند زيادة المسافة الفاصلة  
 بين المصدر والسطح المسافة عليه تصبح شدته  $\frac{1}{4} I$

حيث يخضع الضوء العادي لقانون التربيع العكسي

٣٤ مصدر ليزر شدته  $I$  فعند زيادة المسافة الفاصلة بين  
 المصدر والسطح المسافة عليه تصبح شدته  $I$

حيث لا يخضع الليزر لقانون التربيع العكسي



## العناصر الأساسية لليزر

لكي نعمل جهاز ليزر يجب توافر ثلاث عناصر

**أولاً:** نحتاج مادة لكي تحدث إثارة لذراتها لكي تصدر فوتونات بالإنبعاث المتشعشع وبالتالي نحصل على الليزر وتسمى هذه المادة بـ «الوسط الفعال».

**ثانياً:** نحتاج مصدر للطاقة حتى تحدث إثارة لذرات المادة

**ثالثاً:** وعاء نضع فيه المادة وهو ما يسمى بالوعاء الحاوي «التجويف الرنيني»

واليك الشرح :-

1- الوسط الفعال

يمكن أن يكون مواد صلبة / سائلة / غازية / جسمية عامة

أ- بلورات صلبة

مثل بلورات الياقوت والصناعي

ب- مواد صلبة شبيهة بموصلات :- بلورات السيلكون

ج- صبغات سائلة :- الصبغات العضوية المذابة في الماء

د- غازات متأينة :- غاز الأرجون

و- ذرات غازية :- ذرات السيليوم، النيون

هـ- جزيئات غازية :- ثاني أكسيد الكربون

٣٢ مصادر الطاقة هي المصادر المستخدمة لإثارة الوسط الفعال

### أ. طاقة كهربائية

التفريغ الكهربائي  
«سبب تدريسي»

مصادر الترددات  
الراديوية  
«لا يوجد مثال لدراستها»

### ب. طاقة ضوئية

تسمى عملية إثارة الذرات بواسطة طاقة ضوئية بعملية الضخ الضوئي

الضخ الضوئي هي عملية إثارة الإلكترونات بواسطة طاقة ضوئية  
توليد الليزر

### طاقة ضوئية

يستخدم تشعاع ليزر

يستخدم المصابيح  
للوهاجة

### ج. طاقة حرارية

تستخدم الطاقة الحرارية الناتجة عن الضخم الحركي لجزيئات الغاز  
للإثارة الوسط الفعال

### د. طاقة كيميائية

تنتج عن بعض التفاعلات الكيميائية تكون مصاحبة لطاقة  
والتي تستخدم في إثارة الوسط الفعال

مثل تفاعل الفلور مع الهيدروجين أو فلوريد الديوتيريوم  
وثنائي أكسيد الكربون

١٢ تستخدم الطاقة الكهربائية مع ليزرات الغاز  
مثل الليسيوم، النيون، ثاني أكسيد الكربون، الأرجون  
وهذا مع التفريغ الكهربائي

## ١٣ الطاقة الضوئية

→ التصاميم الوهاجة تستخدم مع المواد الصلبة مثل اللياقوت  
الصناعي  
→ شعاع الليزر يستخدم مع ليزر الحبيبات المسائلة

١٤ التجويف الرنيني → هو الوعاء الحاوي للوسط الفعال  
والمتشول عن إنتاج شعاع الليزر ذو عيار تضخيم الليزر

٢- خارجي → يستخدم في  
ليزرات الغازات  
مثل ليزر الليسيوم، النيون، ليزر  
الأرجون  
[ ( ) وسط فعال ( ) ]  
لمرأة  
شبه منفذة  
لمرأة  
عاكسة

التجويف الرنيني الخارجي → عبارة عن أنبوبة به الوسط الفعال  
محاثة بمرايتين متوازيتين وعموديتين إحدها عاكسة والآخرى  
شبه منفذة

٣- داخلي → عبارة عن حلزوني أو أنبوبي الوسط  
الفعال به مرآة عاكسة  
[ ( ) وسط فعال ( ) ]

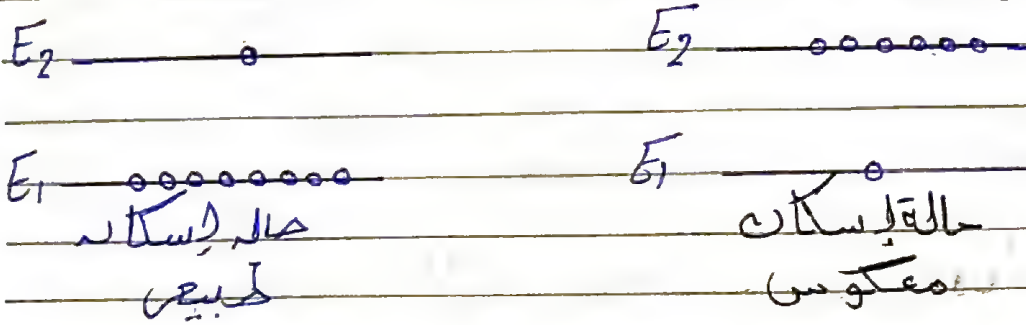
ويستخدم مع ليزرات الجوامد مثل ليزر اللياقوت الصناعي

✱ ليزرات الجوامد - ليزرات المواد الصلبة



## نظرية عمل الليزر (الفعل الليزري)

آآ الوصول بذرات أو جزيئات الوسط الفعالي إلى حالة الإسكان المعكوس



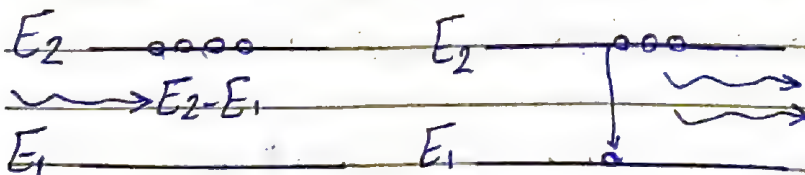
\* حالة الإسكان المعكوس هي الحالة التي يكون فيها عدد الذرات المثارة في مستويات الطاقة الأعلى أكبر من عددها في مستويات الطاقة الأدنى

\* حالة الإسكان الطبيعي هي الحالة التي يكون فيها عدد الذرات في مستويات الطاقة الأعلى أقل من عددها في مستويات الطاقة الأدنى

\* تتم على الإسكان المعكوس لتهيئة الذرات لحدوث عملية الانبعاث المستحث

\* تتحقق حالة الإسكان المعكوس في المستويات شبه المستقرة التي فترة العمر لها الأولية بسببها  $10^{-8}$  ثانية والتي تتراكم الإلكترونات فيها الفترة التحول

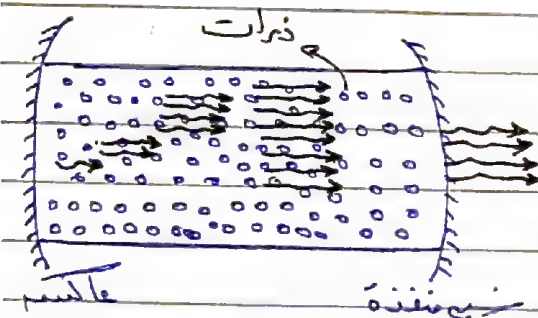
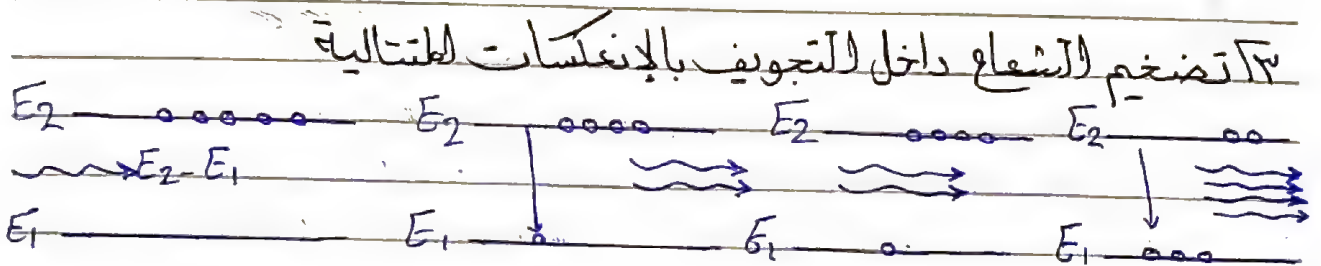
آآ حدوث الانبعاث المستحث



التفسير :- سقوط فوتون على ذرات مثارة لحاقته تساوى الفرق بين الحاقة المستويين فيحدث انبعاث مشحنت لذرة واحدة ويخرج فوتونين

الفوتون الذي  
امتصته الذرة لكي  
تثار

الفوتون المسبب  
للعودة



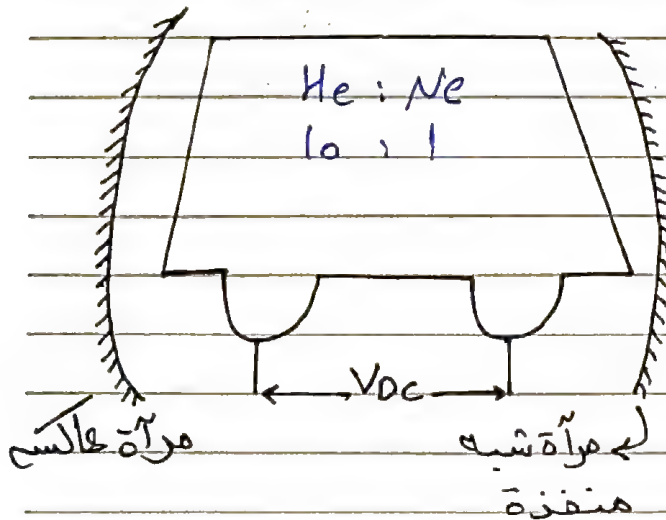
الشرح :-  
تم حدوث عملية إثارة لذرات الموجودة  
فانتقلت إلى مستويات لحاقة أعلى  
ولكن لم تنتقل كل الذرات مرة واحدة  
ولما على مراحل وكذلك عند الرجوع

تنزل على فترات مختلفة  
والمجموعة التي انتقلت أولاً هي التي تعود من مستوى الإثارة أولاً تلقائياً  
والمجموعة التي انتقلت بعدها تكون متراكمة في المستويات شبه  
المستقرة وعند سقوط ذرات المجموعة الأولى تصدر فوتونات  
تسقط على ذرات المجموعة الثانية فتحدث انبعاث مشحنت  
وعند سقوط فوتون على ذرة مثارة يعودها ويصدر فوتونين وعند  
سير الفوتونين يستدمان بذرتان مثارتان فيعودها ويصدر  
أربعة فوتونات وهكذا وعند الوصول للراية تنعكس مرة أخرى  
وتعمل على إثارة للذرات التي تقابلها عند الرجوع ولكن لن يتم إثارة  
الذرات كلها فتبقى بعد فترة حيث أنه الذرات التي عادت تأخذ  
لحاقة عن طريق المصدر الخارجي فتثار من جديد وتسقط  
فوتونات فتثار الذرات وتتضاعف إلى أنه قبل شدة الإشعاع لحد معين  
فتمنع المراة شبه لكثفنة بخروج جزء من الإشعاع

ولخيفة المرأتين به يحدث بينهم عدة إنفكاكات متتالية من  
تؤدي إلى تضخم التشعاع

«ليزر الهيليوم-نيون»

التركيب



أ هو عبارة عن أنبوبة من زجاج الكوارتز تحتوي على خليط من غازي الهيليوم والنيون بنسبة 10 : 1 تحت ضغط منخفض حوالي 6 mm Hg وتوصل بفرق جهد عالي مستمر ( $V_{dc}$ ) مماثلة بمرأتين «التجويف الرنيني»

ب المرأتان إحداها شبه منفذة معامل انعكاسها 98% والآخرى عاكسة معامل انعكاسها 99.5%

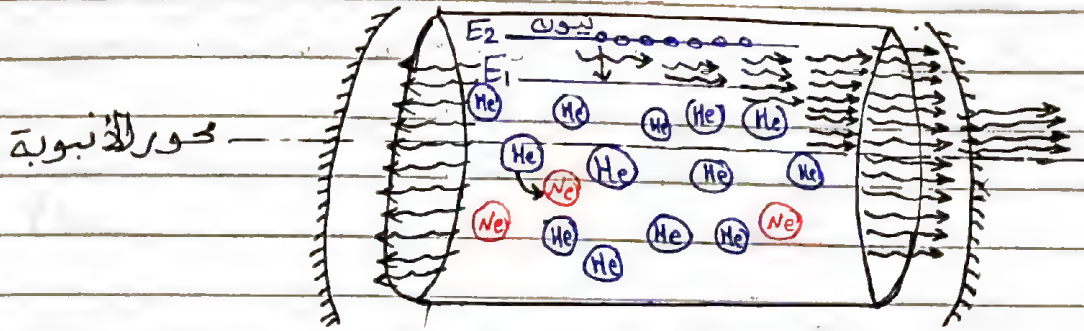
س علل: الاختيار غازي الهيليوم مع النيون وسط فعال لليزر؟

لتقارب قيم مستويات الطاقة شبه المستقرة للأنحما

أ شرح الهمل

أ يتم تشغيل المصدر الكهربائي «حدوث تفريغ كهربائي» فتكسب ذرات الهيليوم طاقة نتيجة حدوث التفريغ الكهربائي فيحدث لها إثارة لذرات الهيليوم لانه نسبتها أكبر من نسبة ذرات النيون في تصادم الإلكترونات مع ذرات الهيليوم أولاً، فتكسب ذرات الهيليوم طاقة وتتجه للتصادم مع ذرات النيون الغير مثارة فتنتقل الطاقة من ذرات الهيليوم إلى ذرات النيون وتظهر التقارب قيم الطاقة مستويات الطاقة





تصادم ذرات الهيليوم مع ذرات النيون تصادم غير مرئي

شبه المستقرة في كلا من ذرات النيون في مستوى  
الطاقة شبه المستقر تبدأ أول مجموعة من ذرات النيون  
هولما تلقائياً فتصدر فوتونات وتتحرك في اتجاه عشوائي  
فتصادم مع ذرات نيون مثارة لم تنتشر فترة التمرير  
« هناك جزء من الفوتونات يسير نحو جدار الأنبوبة ولكن لا يفيدنا  
حيث يخرج بصورة عشوائية حرارية »

« يكون اتجاه الفوتونات التي امتلكت مع ذرات النيون موازية  
لأخوردية بالنسبة لمحور الأنبوبة »

فيحدث انبعاث مستحث فيصدر فوتونين ويتصادموا مع  
ذرات نيون موجودة في مستوى طاقة شبه مستقر لم تنتشر فترة  
التمرير بعد فتصدر فوتونات ويتصادموا مع ذرات نيون  
ما زالت في مستوى الطاقة شبه المستقر فتصدر فوتونات  
فيتضاعف عدد الفوتونات داخل الأنبوبة وتزداد شدتها  
حتى الوصول لمرحلة تكون شدة الإشعاع زادت جداً فتسمح  
للطاقة شبه المنفذة بخروج جزء من الليزر والمتبقري ينعكس  
من جديد ليصطدم بذرات نيون ما زالت مثارة في مستوى  
طاقة شبه مستقر فتبعث فوتونات من جديد بالانبعاث المستحث  
ويتضاعف عددها ويخرج منها جزء وبذلك يتم توليد الليزر

\* كما أنه من الممكن أن تستخدم ذرات نيون فقط وينتج الليزر ولكن وجد أنه كفاءته منخفضة جداً وتستهلك طاقة كبيرة جداً

فكأنه من الأفضل أن تستخدم الريليوم مع النيون حيث يولّد كفاءة أحسن

\* الإلكترونات التي تصادمت مع ذرات الريليوم هي إلكترونات المصدر

الخلاصة:

مادام المصدر مشغل فإنه المصدر يُثير الريليوم والريليوم يستطرد بالنيون فيثير النيون فتحدث إثارة للنيون ويزداد للأعلى ويحدث انبعاث تلقائي ثم انبعاث مستحث وهكذا ينتج الليزر بقرار

ملاحظات:

\* وكيفية المصدر الكهربائي إثارة ذرات الريليوم

\* وكيفية ذرات الريليوم إثارة ذرات النيون

\* في ليزر الريليوم - نيون المسؤول عن إنتاج فوتونات الليزر

أما الريليوم فقط  $\lambda = 780$  nm

حيث أنه الريليوم مصدر ينقل الطاقة للنيون

\* في ليزر الريليوم - نيون يستخدم مصدر طاقة كهربائية

• وظيفة التجويف الرئيسي حدوث إنعكاسات متتالية بين المرآتين ليتضخم عدد الفوتونات ذو تردد اشد للإشعاع

• وظيفة المرآة شبه الممتصة تسمح بخروج جزء من شعاع الليزر عندما تزداد شدة الإشعاع إلى حد معين

• وظيفة المستوى شبه المستقر تتراكم فيه أغلب ذرات الليثيوم لتحقيق وضع الإسكان العكسي

وبالتالي تنتهي الفرصة لحدوث الانبعاث المستحث

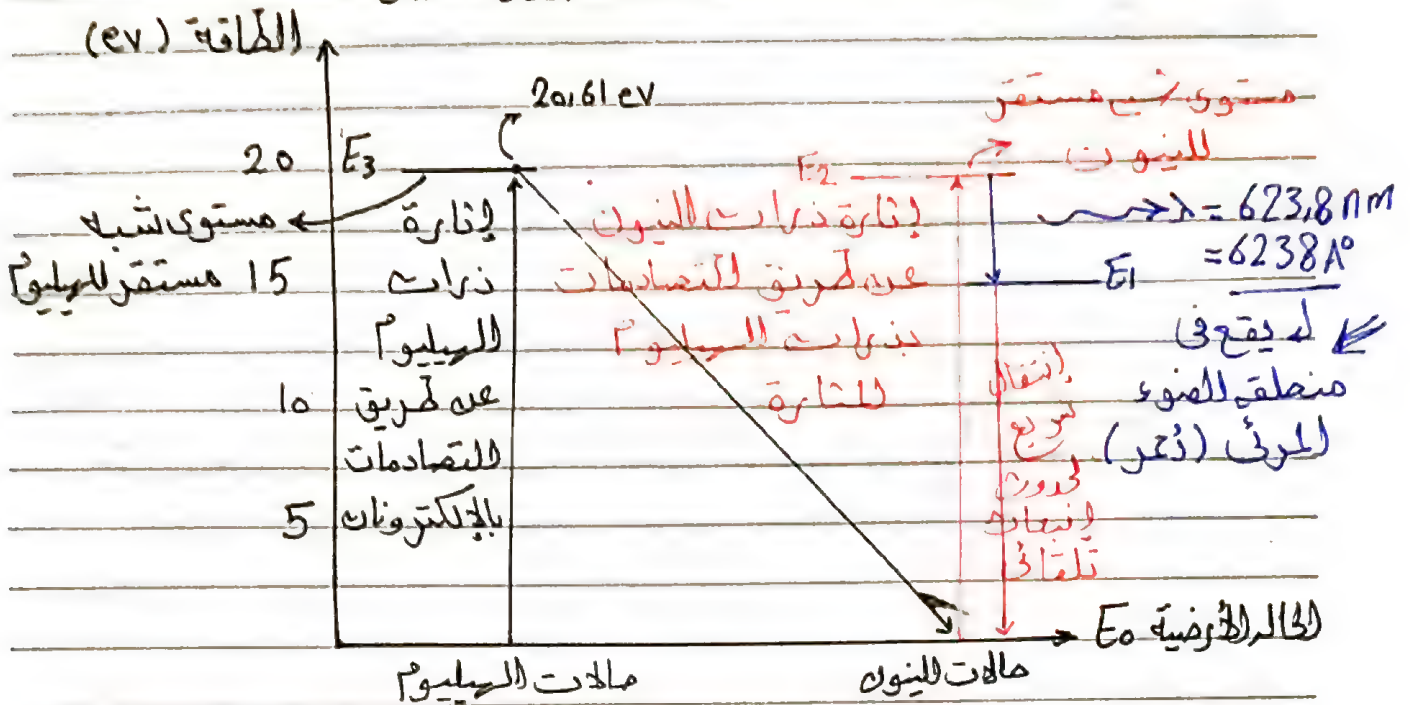
• يسمى الليزر بـ التوسعة الفعالة للتابع له

• نوع التجويف الرئيسي في ليزر الهيليوم-نيون خارجي

لوجود مرآتين إحداها عاكسة والأخرى شبه منفذة



## مخطط مستويات الطاقة في ذرة الهيليوم-نيون



عند عودة ذرات النيون تفقد الطاقة المتبقية على صورة حرارة ولذا لا

يعد انزج الهيليوم-نيون مثالاً لتحويل الطاقة الكهربائية إلى

## لماعة ضوئية وحرارية

من إنتاج فوتونات الليزر في انزج الهيليوم-نيون فتنبأ بوجود

ذرات النيون إلى المستوى  $E_1$

يكون المستوى شبه المستقر في ذرات الهيليوم هو  $E_3$

بيضا في ذرات النيون هو  $E_2$

الذي يشار وينقل هو الإلكترون الموجود داخل الذرة ولكن نقول الذرة كتعبير مجازي

## تطبيق على الليزر

### التصوير المجسم (السرولوجراف)

ينقسم التصوير إلى

تصوير مجسم

تصوير مستوي

\* تصوير جسم معروض في  
الحواد

\* تصوير صورة بالتخادم  
الكاميرا

\* يسجل الاختلاف في الشدة  
الاضوئية وحوال مسار الأشعة

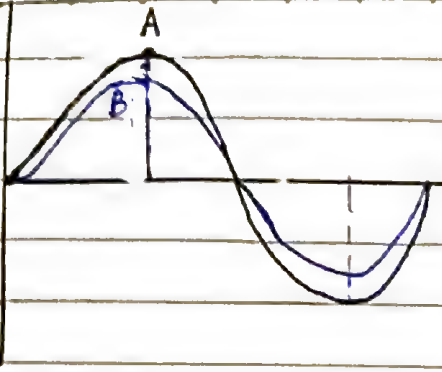
\* يسجل الاختلاف في  
الشدة الاضوئية فقط

\* اقترحه العالم جابور

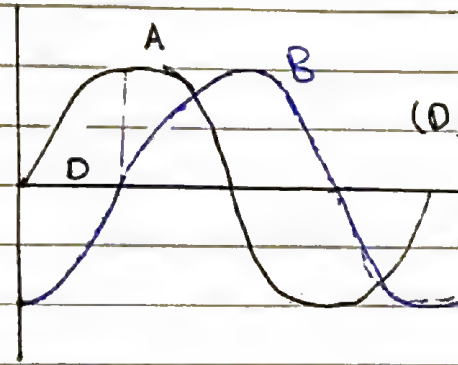
\* جزء مفقود من المعلومات  
وهو حوال مسار الأشعة الذي ينتج  
بسبب اختلاف تضاريس  
الجسم أو بسبب الاختلاف  
في حوال موجات الضوء

\* الشدة الاضوئية تتناسب  
عكسياً مع مربع المسافة

## أ) في الشكل المقابل



الموجتان A, B متفقتان في الطور حيث أنه لهما نفس نقطة البداية ووصلوا للقيم العظمى مع بعض وكذلك نقطة الصفر والنزاي والعظمى في الاتجاه السالب وبالتالي فرق الطور = صفر و طول المسار = صفر ولكن يختلفان في الشدة الضوئية لإختلافهما في السعة



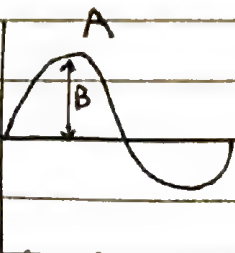
الموجتان غير متفقتين في الطور لإختلاف في نقطة البداية ويوجد بينهما فرق طور (0)

ونقول فرق طور إذا كان مُعبر عنها بالدرجات ونقول طول المسار إذا كان مُعبر عنها بالأطوال الموجية  
 $\text{فرق الطور} = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$

$$\text{طول المسار} = \frac{1}{4} \lambda$$

$$\text{فرق الطور} = \text{طول المسار} \times \frac{\pi}{\frac{1}{4} \lambda} = \frac{\pi}{2} \times \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{فرق المسار}$$

$$\text{فرق الطور} = \frac{2\pi}{\lambda} \times \text{فرق المسار}$$



الشدة تتناسب طردياً مع مربع السعة  
 السعة هي (B) للموجة (A)



## الفصل الثامن

### الإلكترونيات الحديثة

#### ١١ تعريف علم الإلكترونيات

علم الإلكترونيات ، هو العلم القائم على دراسة سلوك الإلكترونات وخواصه .

الإلكترونية

يقصد بالإلكترونيات الحديثة الأجزاء المستخدمة في حياتنا اليومية

(آلة حاسبة - تليفون - تليفزيون) يدخول في تكوينها

تكوين دوائر كهربائية عناصر إلكترونية مثل الوصلة الثنائية

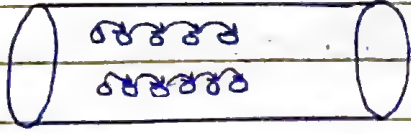
والترانزستور وهو ما سيجري في هذا الفصل .

#### ١٢ تصنيف المواد من حيث التوصيلية الكهربائية

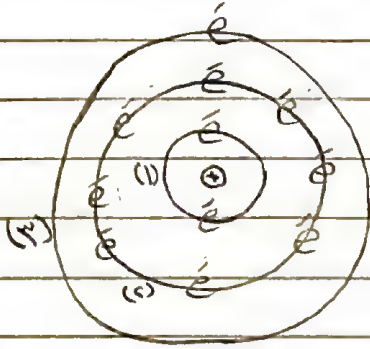
تنقسم إلى

مواد موصلة	مواد متوسطة للتوصيل	مواد عازلة (غير موصلة)
مثل: الذهب الألمنيوم المعادن بصفة عامة لاحتوائها على وفرة من الإلكترونات الحرة	السيلكون - الجرمانيوم تستخدم في صناعة الترانزستور والدايود دراسة في هذا الفصل	مثل: الخشب - الورق البلاستيك لندرة إلكتروناتها والإلكترونات الحرة

\* الإلكترون الحرة ← هو الإلكترون الذي يمكنه الانتقال من ذرة لأخرى داخل المادة.



لما الإلكترون غير الحرة ← هو الذي لا ينقل من ذرة لأخرى كما في المواد العازلة.



يوجد ثلاث حالات للإلكترونات

أ) الإلكترونات المستويات الداخلية (1)  
تكون شدة الارتباط بالنواة بسبب قربها منها وتكون قوة الجذب كبيرة

ب) الإلكترونات المستويات المتوسطة (2)  
هي أقل قليلاً بارتباطها بالنواة ولكن هناك قوة جذب كبيرة

ج) الإلكترونات الخارجية (3)  
الإلكترونات بعيدة عن النواة ويسهل تحررها من ذرة لأخرى بأقل قدر من الطاقة

« أشباه الموصلات »

هي مرحلة متوسطة بين الموصلة والعازلة حيث تكون توصيليتها الكهربائية أكبر من المواد العازلة وأقل من المواد الموصلة

\* تتميز بزيادة توصيليتها الكهربائية بزيادة درجة الحرارة

خذ بالك نحن نتحدث عن أشباه الموصلات وليس الموصلات

كما درسنا في الفصل الأول

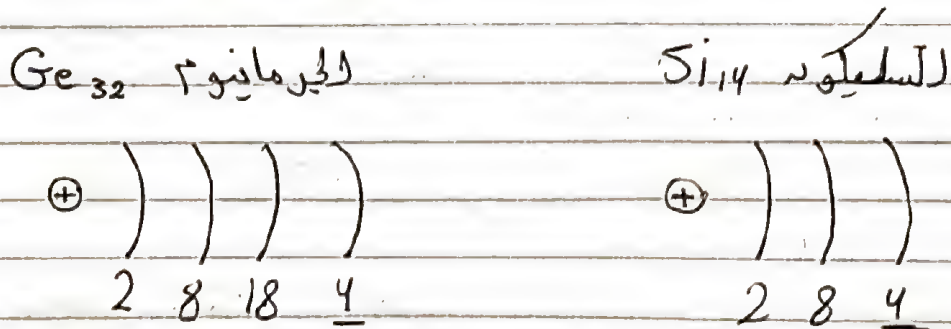
بالنسبة للموصلات كلما زادت درجة الحرارة كلما زادت المقاومة النوعية كلما قلت التوصيلية الكهربائية

أما أشباه الموصلات كلما زادت درجة الحرارة كلما قلت المقاومة النوعية كلما زادت التوصيلية الكهربائية

\* يمكن التحكم في التوصيلية الكهربائية للأشباه الموصلات عن طريق فرق الجهد

\* يمكن التحكم بها عن طريق التطعيم

\* من أمثال أشباه الموصلات السكونية والجرمانيوم

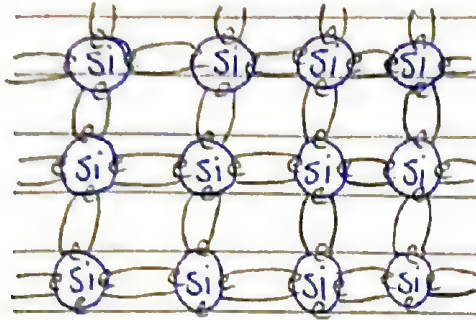


يحتوي كل منهم على 4 إلكترونات في مستوى الطاقة الأخير  
وتشارك بهم مع الذرات المجاورة وتكون روابط تساهمية



### [3] بلورة شبه الموصل النقي

البلورة بترتيب هندسي منتظم للذرات في الحالة الصلبة



بلورة سليكون نقية عند  
درجة حرارة  $0\text{ K}$   
( $-273^\circ\text{C}$ )  
تكون عازلة تماماً

تحتل ذرة السليكون بأربع إلكترونات  
في مستوى الطاقة الأخير تشارك  
بهم في تكوين روابط تساهمية مع  
الذرات المجاورة فتكون بلورة  
شبه الموصل النقي « حيث أنه جميع  
الذرات من نفس النوع » تكون عازلة  
تماماً حيث أنه جميع الروابط سليمة  
وبالتالي لا تحتوي على إلكترونات حرة

لذلك على أن تكون بلورة شبه الموصل عازلة عند درجة حرارة  $0\text{ K}$   
حيث تكون جميع الروابط سليمة وبالتالي لا توجد إلكترونات حرة  
فتمتص عازلة

لذا رفع كفاءة التوصيل الكهربائي لشبه الموصل  
(زيادة التوصيلية الكهربائية لشبه الموصل)

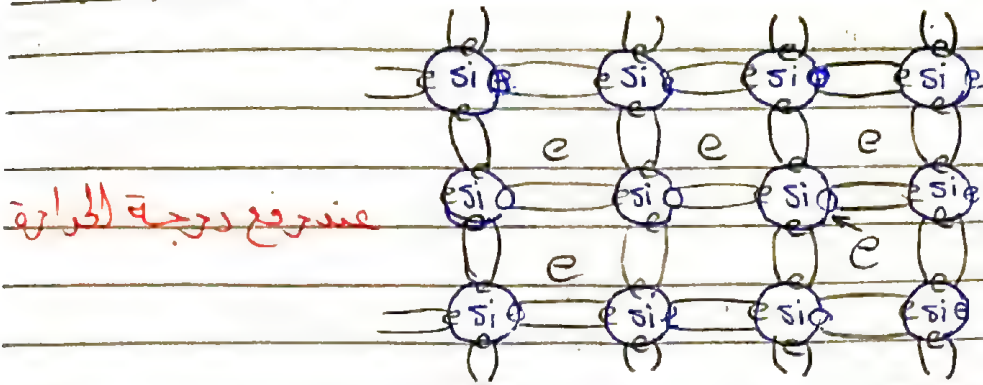
التطعيم  
(إضافة شوائب)

رفع درجة الحرارة (التسخين)

[4] رفع درجة الحرارة (التسخين) :

عند رفع درجة الحرارة تكتسب البلورة طاقة فتتكسر الروابط التساهمية  
لأنها ضعيفة ويبدأ الإلكترون في الخروج تاركاً مكانه وتسمى فجوة

\* الفجوة هي مكان فارغ يتركه الإلكترون في ارتباطه مكسورة وتحمل  
شحنة موجبة



عند رفع درجة الحرارة

عند رفع درجة الحرارة تزداد التوصيلية الكهربائية للبلورة شبه الموصل  
النقص؟

لأنه عند رفع درجة الحرارة يؤدي إلى تكسير بعض الروابط التساهمية  
الضعيفة وبالتالي يؤدي إلى تحرير بعض الإلكترونات وبالتالي أصبح البلورة

محتوية على إلكترونات حرة فيكون لها القدرة على التوصيل الكهربائي

من المعروف أنه عندما تفقد الذرة إلكترون تتحول لأيون موجب

ولكن هنا لا تتحول ذرة السيليكون لأيون موجب على الرغم من فقدتها  
لإلكترونه وذلك لأنه ذرة السيليكون التي فقدت إلكترونه  
تجذب الإلكترونات التي تحرر من الذرة المجاورة فتعود  
مستقرة مرة أخرى وهكذا وهذا العملية تسمى تساهيماً

وبذلك تحدث عملية تكسير الروابط وعملية التساهم (أي دخول  
الإلكترونات للفجوة الموجبة) وتكون البلورة موصلة حيث  
أنه الإلكترونات المتحررة تتحرك داخل البلورة وتضاف للبلورة

على أن تسمى ذرة شبه الموصل التي كسرت إحدى روابطها  
وفقدت إلكترونه أيون موجب؟

لأنه سرعته ما تقتصر على إلكترونه من أقرب رابطة مجاورة أو من  
خلال الإلكترونات الحرة في البلورة

\* كلما زادت درجة الحرارة زاد عدد الروابط المنكسرة وبالتالي  
يزداد عدد الإلكترونات المتحررة وبالتالي التوصيلية الكهربائية  
تزداد

عدد الإلكترونات الحرة = عدد الفجوات

عند شبه الموصل الذي يتساوى فيه عدد الإلكترونات السالبة مع  
عدد الفجوات الموجبة شبه الموصل النقي

عند رفع درجة الحرارة يزداد عدد الإلكترونات الحرة ولكن  
عند الوصول لدرجة حرارة معينة هما زادت درجة الحرارة  
لا تتحرر إلكترونات حيث أنه البلورة تصل إلى حالة الإتزان الحراري

عند حالة الإتزان الحراري (الإتزان الديناميكي)  
هي الحالة التي يتساوى فيها عدد الروابط المنكسرة مع عدد الروابط  
المتكونة في الثانية الواحدة

حيث عند درجة حرارة  $0K$  لا يوجد إلكترونات مفردة وعند رفع درجة  
الحرارة تنكسر الروابط وتحرر الإلكترونات ولكن يكون معدل  
كسر الروابط أكبر من معدل التثام الروابط وبالتالي يحدث زيادة  
في عدد الإلكترونات وعند الوصول لدرجة حرارة معينة يحدث  
الإتزان الحراري

\* عند كل درجة حرارة معينة يكون هناك عدد ثابت من  
الإلكترونات المتحررة والفجوات ويكون متساوي  
وعند رفع درجة الحرارة يزداد عدد الإلكترونات والفجوات  
بنفس العدد

\* كسر الرابطة يتطلب طاقة ولكن التثام الرابطة ينتج عنه  
طاقة إما حرارية أو ضوئية



عند رفع درجة الحرارة لمعدل كبير لهذا قنطار البلورة

على ، لا يفضل التسخين لرفع كفاءة التوصيل الكهربى لشبه الموصل ؟

لأنه رفع درجة حرارة البلورة الحد كبير قد يؤدي إلى إتصار الشبكة البلورية وتحطم البلورة

بلورة شبه الموصل في درجة حرارة الغرفة تكون موصلة للكهربى

حيث أنه درجة حرارتها  $300\text{ K}$  ولكن درجة حرارة الغرفة تكون أكبر من ذلك

وعند تعرض البلورة للضوء يكون عدد الإلكترونات حرة أكبر نتيجة اكتسابها الطاقة من الضوء وبالتالي تكون موصلة

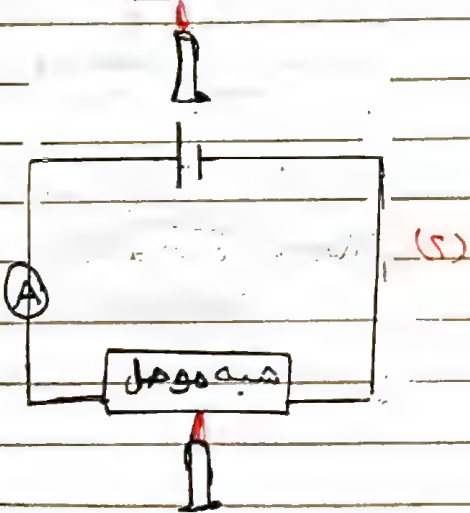
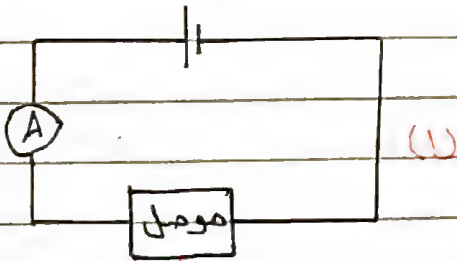
من التجارب موصلة بأميتر وبجرام موصل  
وبجارية أخرى موصلة بأميتر  
وبجرام شبه موصل وعند رفع  
درجة حرارة كلا من

ماذا يحدث لقراءة الأميتر ؟

في الدائرة (1) تقل قراءة الأميتر  
حيث تزداد المقاومة للموصل وبالتالي  
شدة التيار تقل  
تزداد  $R$  ،  $I$  تقل

في الدائرة (2) تزداد قراءة الأميتر

حيث تزداد التوصيلية الكهربائية  
وبالتالى تقل المقاومة لشبه الموصل  
وتزداد شدة التيار

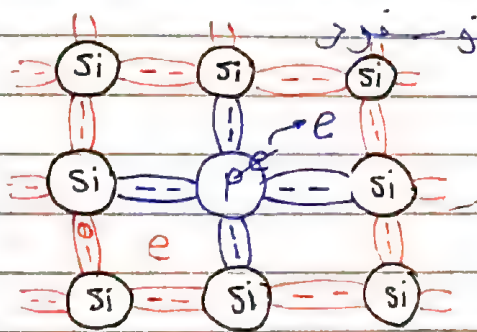


١٦ التلعييم (إضافة السوائب)  
يقصد به إضافة عناصر مختلفة إلى شبكة البلورة لشبه الموصل

### التلعييم بنوعين

١٦  
عنصر ثلاثي التكافؤ  
البورون  $B_5$   
الألمنيوم  $Al_{13}$   
الجاليوم  $Ga_{31}$

١٦  
عنصر خماسي التكافؤ  
مثل الفوسفور  $P_{15}$   
الزرنيخ  $As_{33}$   
الأنثيمون  $Sb_{51}$



P 1 1 1  
2 8 5

تشارك ذرة الفوسفور بأربع إلكترونات  
مكونة لأربع روابط مع ذرة السيليكون  
والإلكترون المتبقية تفقده بأقل قدر  
من الطاقة سواء كانت الحاقة حرارية  
أو ضوئية ولا تحتاج مرة أخرى  
وتتحول إلى أيون موجب وتسمى  
ذرة مانحة ( $N_D^+$ ) وتكون هذه

البلورة من النوع السالب ويرمز لها بـ  $n\text{-type}$

حيث يكون عدد الإلكترونات المتوفرة فيها أكبر من عدد الفجوات  
للموجبة حيث يكون هناك مصدرين للإلكترونات

١٧ عند تلعييم البلورة بعنصر خماسي التكافؤ تصبح البلورة متعادلة كهربياً  
حيث أن مجموع الشحنات السالبة يساوي مجموع الشحنات الموجبة

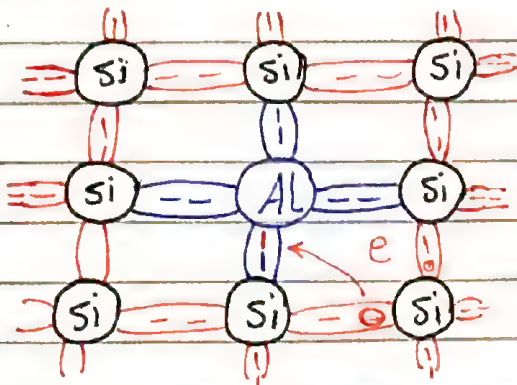
تحليل على الشكل الموجود في الخلف

يوجد 2<sup>+</sup> ويكون عدد الشحنات السالبة = 2

وعدد الشحنات الموجبة = 2

(1) ← الفجوة الناتجة من تحرر إلكترون من ذرة السيليكون

(2) ← الناتج من تحول ذرة الفوسفور لأيون موجب



تبا عنصر ثلاثي التكافؤ

مثل البورون B5

الألمنيوم AL13

الجاليوم Ga3

AL 1 1 1  
2 8 3

تحتوي ذرة الألمنيوم على 3 إلكترونات في مستوى الطاقة الأخير وبالتالي

تكون أربع روابط والرابطة الرابعة تكون غير مكتملة ولكن تكمل

تكتسب ذرة الألمنيوم إلكترون من الذرة المجاورة وتتحول

إلى أيون سالب وتسمى ذرة مستقبلة ( $N_A^-$ ) وتسمى بلورة من

النوع P-type

س: للحصول على بلورة من النوع P-type يتم التطعيم بعنصر خماسي

للحصول على بلورة من النوع P-type يتم التطعيم بعنصر ثلاثي

س: عند تطعيم البلورة بعنصر ثلاثي التكافؤ تصبح البلورة متعادلة كهربياً

لأن مجموع الإلكترونات السالبة يساوي مجموع الفجوات الموجبة

لشحنات الموجبة هي الفجوات = 2 من الرسم

لشحنات السالبة = 2

1 ذرة الألمنيوم حيث تحولت لأيون سالب بإكتساب إلكترون

1 إلكترون المتحرر من ذرة السيليكون



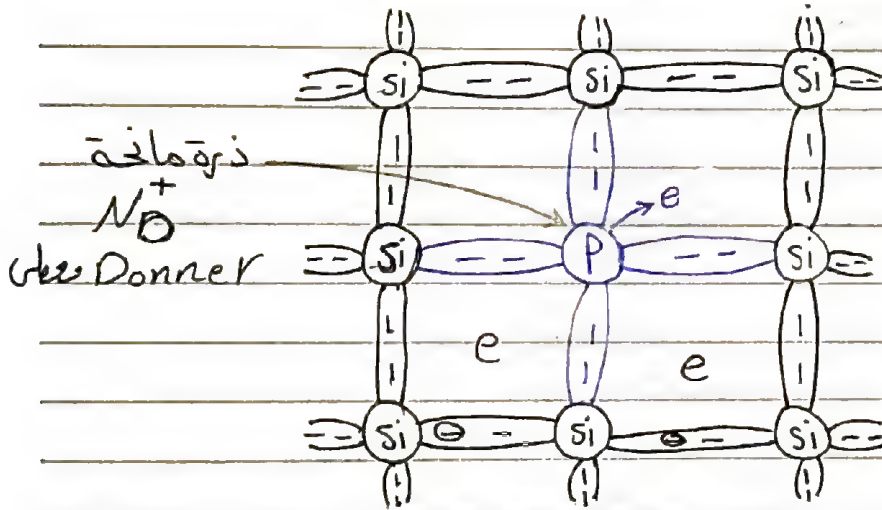
## أنشياء للمواد الإلكترونية

شبه موصل من النوع السالب  $\downarrow$  شبه موصل من النوع الموجب  $\downarrow$

P-type

n-type

أنشياء موصل من النوع السالب n-type



في التطعيم  
إضافة الشوائب  
والتي تجعل يحدثنا  
في نفس الوقت

المستول عن التوصيل الكهربائي في هذا

$n$  تركيز الإلكترونات

$P$  تركيز الفجوات

$NO^+$  الذرة المانحة

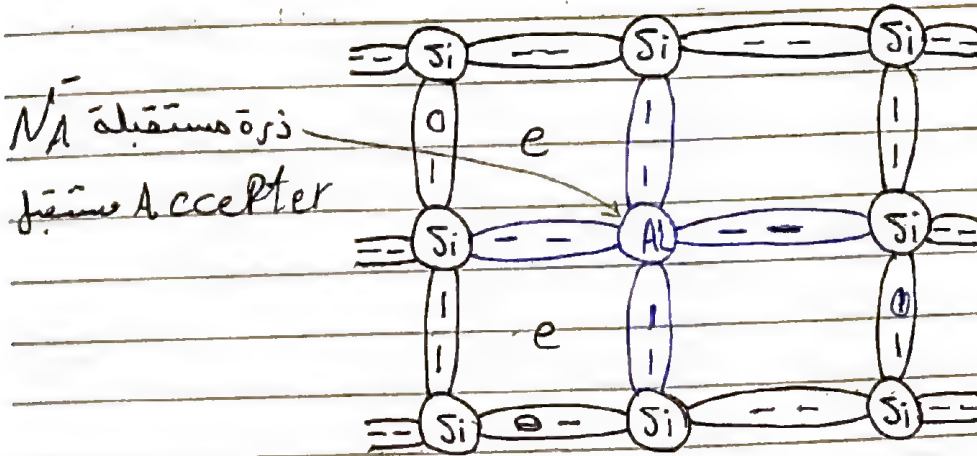
$$n = P + NO^+$$

النوع هو الإلكترونات  
وعدد الفجوات وليس الأيون  
الموجب (ذرة الفوسفور) حيث تكون  
مقيدة تصبح الذرة مستقرة  
ودورها أن تغطي الإلكترون  
وتكون الإلكترونات هي المستول

الأكثر لأنه  $P < n$  ومع ذلك البلورة تكون متعادلة كهربياً  
لأن عدد الشحنات السالبة = عدد الشحنات الموجبة

\* الذرة المانحة ← هو ذرة من عنصر فاسفالتكافؤ يتم زعيم البلورة  
بها / تعمل على توفير الإلكترون حر في البلورة

## ٢- شبه الموصل من النوع الموجب P-type



$$P > n$$

$$P = n - N_A^-$$

المسؤول عن التوصيل إلى إلكترونات

والفجوات ولكن الفجوات

أكثر حيث أنه تركيز الفجوات (P)

أكبر من تركيز الإلكترونات (n)

وليس الأيون السالب حيث أنه ساكن

وبالرغم من ذلك البلورة متعادلة كهربياً

لأن مجموع الشحنات السالبة يساوي

مجموع الشحنات الموجبة (الشحنات السالبة الإلكترونات

وأيون ذرة الألومنيوم السالب = 3 ، الشحنات الموجبة

هي الفجوات = 3 لذلك الشحنة متعادلة لأنهم متساويان

البلورة قبل التطعيم متعادلة وبعد التطعيم متعادلة (متكافئة)

حيث قبل التطعيم ذرات السيليكون تكون متعادلة وبعد التطعيم بإضافة

التشوائت سواء كانت العناصر خاضعة أو ثلاثية التكافؤ تكون الشحنة

متعادلة

المسؤول الأكبر عن التوصيل في النوع P-type تركيز الفجوات

المسؤول الأكبر عن التوصيل في النوع n-type تركيز الإلكترونات

قانون فعل الكتلة في أشباه الموصلات

في شبه الموصل النقي تركيز الإلكترونات يساوي تركيز الفجوات

ويرمز له بـ  $n_i$

في شبه الموصل النقي  $n = p = n_i$

« $n$ » تركيز الإلكترونات  
« $p$ » تركيز الفجوات  
« $n_i$ » تركيز الإلكترونات أو الفجوات في شبه الموصل النقي

قانون فعل الكتلة  $np = n_i^2$

قانون فعل الكتلة  $\rightarrow$  حاصل ضرب تركيز الإلكترونات السالبة

في تركيز الفجوات الموجبة في شبه الموصل النقي يكون مقدار ثابت  
ويساوي مربع تركيز الإلكترونات أو الفجوات لكل درجة حرارة

معينة

ليه قولنا عند درجة حرارة معينة حيث كلما زادت درجة الحرارة  
زاد عدد الروابط المتكسرة وبالتالي يزداد عدد الفجوات  
والإلكترونات

نكمل على أشباه الموصلات ↓



الشبه الموصل من النوع الب  $n$ - $ty$   $Pe$

يكونه  $N_D^+ \ll P$  حيث تفقد ذرة الفوسفور الإلكترون  
لأنه أكبر بكثير

بسهولة

يفرض أنه هناك ألف ذرة من ذرة الفوسفور تتكسر مقابل واحد  
واحدة وبالتالي يكون عدد الفجوات 1 ويكون عدد الإلكترون 1000

$$n = P + N_D^+$$

$$1001 = 1 + 1000$$

لهذا تقريبا

$$n \approx N_D^+$$

وبالمعنى أيضا نوه فعل الكتلة

$$N_D^+ P = n_i^2$$

$$\checkmark P = n_i^2 \leftarrow \text{قانون فعل الكتلة}$$

$$P = \frac{n_i^2}{N_D^+}$$

« $n$ » تركيز الإلكترونات في البلورة المطعمة

« $P$ » تركيز الفجوات في البلورة المطعمة

« $N_D^+$ » تركيز الذرات المانحة (الخاصية)

« $n_i$ » تركيز الإلكترونات أو الفجوات في البلورة النقية

كافي أشباه الموصلات من النوع الموجب  $P$ -type

$$P = n + N_A^-$$

$$n \ll N_A^-$$

$$\therefore P \approx N_A^-$$

بتطبيق قانونه فعل الكتلة

$$n p = n_i^2$$

$$n N_A^- = n_i^2$$

$$n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$$

«  $N_A^-$  » تركيز الذرات المستقبلة (السالبة)

\* التركيز هو عدد في كل سم<sup>3</sup> وحدة قياسه  $cm^{-3}$   
 ← وحدة الحجم

\* عندما يطلب تركيز عنصر خطا ويريد طلب كم من عنصر ثلاثي

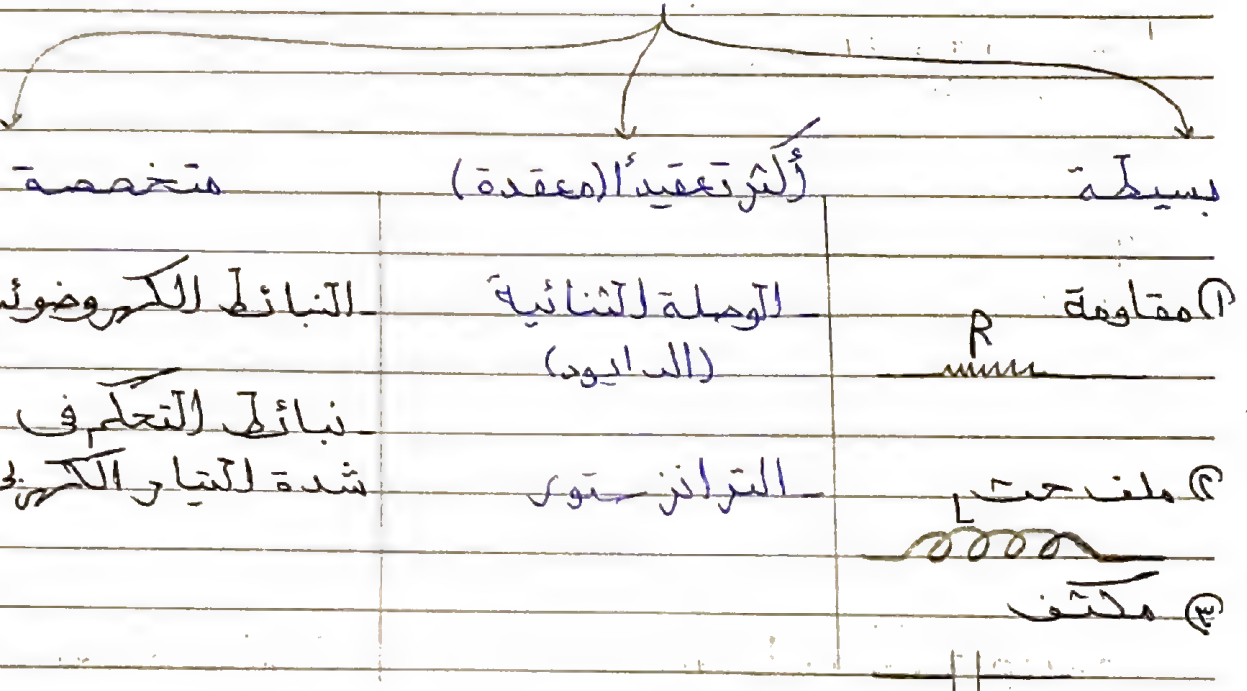
نحتاج لكم تعود البوابة دقيقة

تركيز العنصر الخالص تركيز العنصر الثلاثي  
 وبذلك تكونه دقيقة

## المكونات الإلكترونية (النبائط)

هي وحدات البناء الأساسية للأنظمة الإلكترونية

تصنف إلى



تصنع الوحدة الثنائية والترانزستور والنبائط الكهروضوئية من

أشباه الموصلات لأشباه الموصلات لها حساسية عالية

للعوامل البيئية المحيطة بها مثل الضوء - درجة الحرارة - الرطوبة

لذلك نقول أن أشباه الموصلات تعمل كحساسات للعوامل البيئية

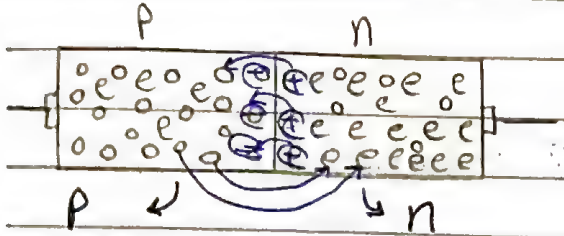
لذلك تستخدم أشباه الموصلات كحساسات للعوامل البيئية

لحساسات عالية لعوامل البيئة المحيطة مثل الضوء - درجة الحرارة - الرطوبة - الضغط - الإشعاع



## للموصلات الثنائية PN Junction (الدايود)

### ١١ التركيب :-



تتكون من بلورتين واحدة  
من النوع P والأخرى من النوع N  
متلامصتان

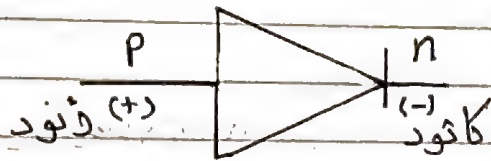
البلورة (n) سالبة حيث تحتوي  
على عدد من الإلكترونات أكبر  
من عدد الفجوات

$$P \quad n$$

$$N_A^- \quad N_D^+$$

$$P = n + N_A^- \quad n = P + N_D^+$$

البلورة من النوع (P) موجبة حيث تحتوي  
على عدد أكبر من الفجوات أكبر  
من عدد الإلكترونات



### ١٢ شرح التكوين :-

تبدل الإلكترونات تنتشر من البلورة (n) (الأكثر تركيزاً بالإلكترونات  
إلى البلورة (P) (الأقل تركيزاً بالإلكترونات) وتنتشر الفجوات من  
البلورة (P) (الأكثر تركيزاً بالفجوات) إلى البلورة (n) (الأقل تركيزاً  
بالفجوات) وهو ما يسمى بتيار الانتشار

تيار الانتشار ← التيار الناشئ عن انتشار الإلكترونات  
من البلورة (n) إلى البلورة (P) وانتشار الفجوات من البلورة (P)  
إلى البلورة (n)

كل من البلورة (n) والبلورة (P) متعادلة كهربياً عند وجودهم منفصلين  
وعند تلامصهما تنتقل الإلكترونات من البلورة (n) إلى البلورة (P)  
تاركة مجموعة من الأيونات الموجبة عدداً كبيراً ونقول أنه  
البلورة (n) إلى تنسب جزءاً موجباً وتصبح غير متعالة

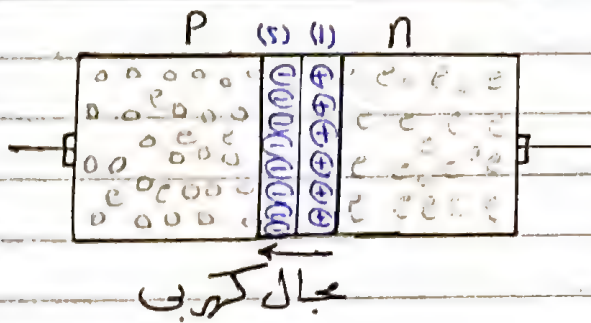
وعند انتقال الإلكترونات من البلورة (n) إلى البلورة (p) يكون مجموع الشحنات السالبة في البلورة (p) أكبر من مجموع الشحنات الموجبة فكل جزء من الأيونات السالبة وتصبح البلورة (p) سالبة الشحنة حيث اكتسبت جهداً سالباً

لذلك  
البلورة (n) والبلورة (p) كلاهما متعازل للشحنة الكهربائية قبل التلامس

ورصد التلامس  
البلورة (n) تكتسب جهداً موجباً وتصبح بلورة موجبة الشحنة

البلورة (p) تكتسب جهداً سالباً وتصبح بلورة سالبة الشحنة

والتوصلة الثنائية كلها تكون متعادلة كهربياً



ونتيجة وجود أيونات سالبة وإيونات موجبة ينشأ عنهم فرق في الجهد فيحدث مجال كهربى ويكون اتجاهه

من الموجب للسالب وهذا المجال يسبب نوعاً آخر من التيار يسمى بتيار الانسياب يتسبب في إعادة بعض الإلكترونات

تيار الانسياب  
نوع تيار ناشئ عن المجال الكهربى الداخلى على جانبيه موضع تلامس التلورتين ويكون اتجاهه عكس اتجاه تيار الانتشار

ونتيجة وجود فرق جهد بين (١)، (٢) كلما انتقلت إلكترونات

وكل كلما زاد فرق الجهد المطروح عند (١) وزاد فرق الجهد السالب عند (٢) ويستقر فرق الجهد في الزيادة إلى أنه يصل إلى حد معين يتوقف عندها انتشار الإلكترونات وانتشار الفجوات ويسمى الجهد الذي فصل بينهم بالجهد الحاجز وتكون قيمته



المنطقة الفاصلة  
المنطقة التقاحلة

٧.7V في البلورة المصنوعة من السليكون  
٧.3V في البلورة المصنوعة من الجرمانيوم

\* الجهد الحاجز  
هو أقل جهد داخل على جانبي موضع تلامس البلورتين يكافئ لمنع انتشار مزيد من الإلكترونات من البلورة (n) إلى البلورة (p) وانتشار مزيد من الفجوات من البلورة (p) إلى البلورة (n)

\* المنطقة الفاصلة/التقاحلة  
هي منطقة خالية تماماً من

حالات الشحنة وتقع على جانبي موضع تلامس البلورتين

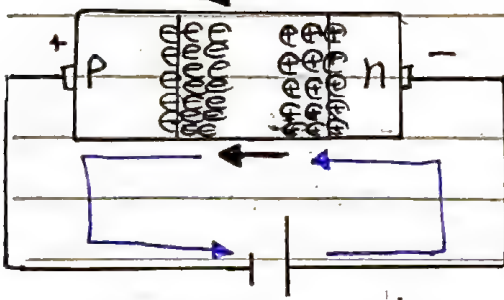
\* محلات الشحنة لها الإلكترونات والفجوات



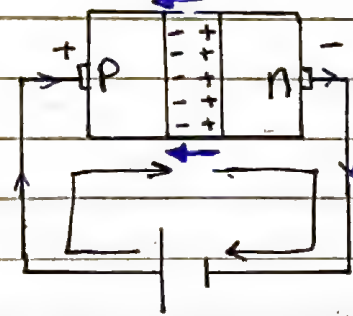
## ٣) التوصيل

### لحرف توصيل الوصلة الانشائية

توصيل عكس (خلف)



توصيل أمامي



في التوصيل العكس

اتجاه المجال الكهربائي الداخلي يكون من الموجب للمسالبة واتجاه المجال الخارجي (البطارية) يكون من الموجب للمسالبة ويكون اتجاه المجال الخارجي هو نفس اتجاه المجال الداخلي فيقوم فيزداد الحيز الحاجز وتزداد مقاومة الوصلة وتكاد تنعدم شدة التيار ويزداد سمك الوصلة

في التوصيل الأمامي

اتجاه المجال الكهربائي الداخلي يكون من الموجب للمسالبة واتجاه المجال الخارجي يكون من الموجب للمسالبة أي أنه اتجاه عكس اتجاه المجال الداخلي مما يؤدي إلى إضعافه فيقل سماك المنطقة الفاصلة فيؤدي إلى حرية انتقال الإلكترونات والفجوات وتصبح الوصلة قادرة على التوصيل

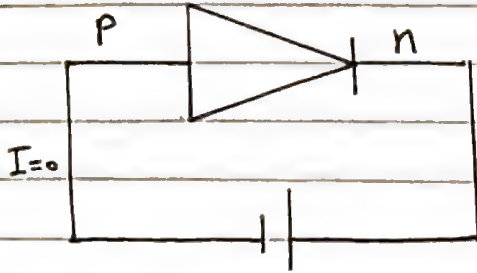
أوبطريقة أخرى

يكون القطب الموجب للبطارية مواجه للأيونات الموجبة فيعمل على زيادتها ويكون القطب السالب مواجه للإلكترونات السالبة فيعمل على زيادتها فيزداد فرق الجهد

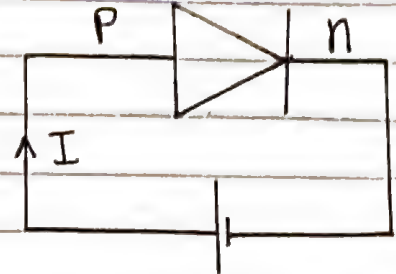
أوبطريقة أخرى

تنجذب الأيونات الموجبة للقطب السالب للبطارية وكذلك الأيونات السالبة تنجذب للقطب الموجب فيقل فرق الجهد

\* تعمل التوسلة كفتح مفتوح



فتقل للمقاومة مما يسمح  
بمرور التيار الكهربى



\* توصيل البلورة (n) بالقطب الموجب

\* تعمل التوسلة كفتح مغلق

وتوصيل البلورة (P) بالقطب السالب

\* توصيل البلورة (n) بالقطب السالب

\* عند توصيل مصباح يظل منطفئ

وتوصيل البلورة (P) بالقطب الموجب

الجهد الحازر يزداد

\* عند توصيل مصباح فإنه يضيء

سلك التوسلة يزداد

مقاومة التوسلة يزداد

شدة التيار يكثر تكاد تنعدم - مفرد

الخلاصة :-

الجهد الحازر يقل

سلك التوسلة يقل

مقاومة التوسلة تقل

شدة التيار يكثر

إستخدامات التوسلة الثنائية

أآ تستخدم كفتح

مفتوح

مغلق

عند توصيل التوسلة الثنائية

عند توصيل التوسلة الثنائية

توصيل عكس (خلف)

توصيل أمامى

يحدث أنه يكون فرق الجهد  $V$ ، هذه الجهد الحاجز في التوصلة الثنائية  
لا يمر تيار كهربائي ولكن يتطلب على الجهد الحاجز

عند فتح فرق الجهد في مقاومة التوصلة الثنائية  
حيث كلما زاد فرق الجهد قلت مقاومة التوصلة الثنائية  
حتى أنها تتأثر به

نرجع مرة أخرى لاستخدامات

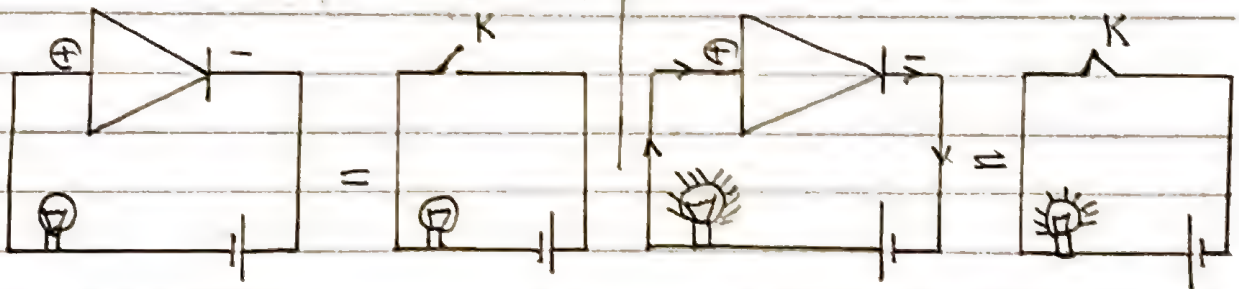
مفتاح

(مفتوح)

(في حالة التوصيل الخاضع)

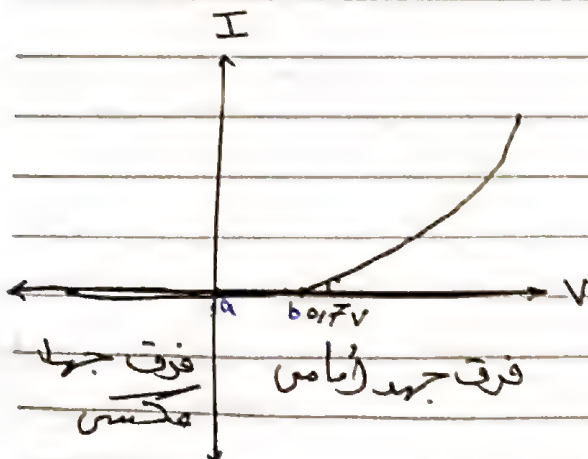
مغلق

(في حالة التوصيل الأمامي)



التوصلة الثنائية تسمح بمرور التيار في الاتجاه الأمامي ولا تسمح  
بمروره في الاتجاه العكسي

العلاقة بين فرق الجهد وشدة التيار



وهو إلى له شدة التيار تساوي  
صفر أو تكاد تنعدم حيث أنه فرق  
الجهد يكون أقل من الجهد الحاجز  
وعند الوصول لـ  $V$  يتحرك وبعدها يتزايد  
فرق الجهد فيتغلب على الجهد الحاجز  
فتزداد شدة التيار

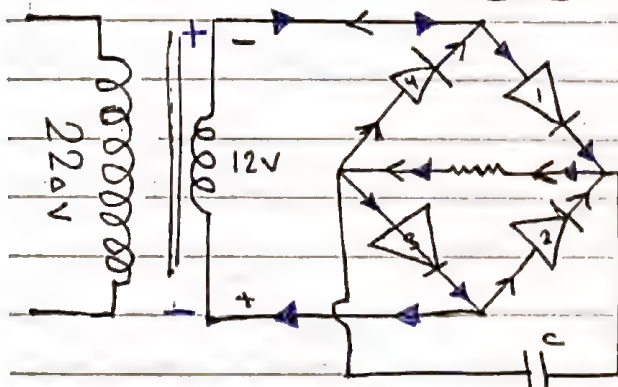


في المسائل إذا لم يذكر قيمة مقاومة التوصلة اللحائية فإننا نعتبرها

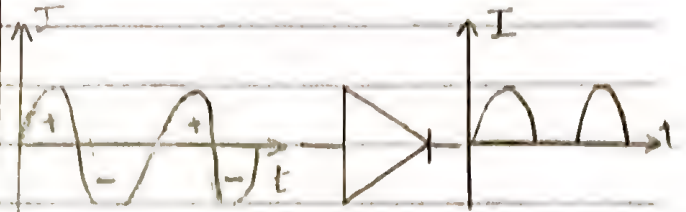
- ① في التوصليل الأمامي = حيز  
② في التوصليل العكسي =  $\infty$  حيث أنه المفتاح مفتوح

٢٢ تقويم التيار للتردد

تقويم موجي كامل

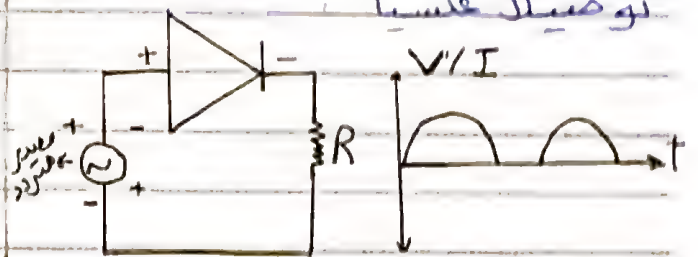
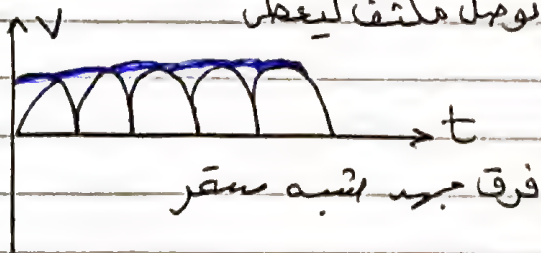


تقويم نصف موجي



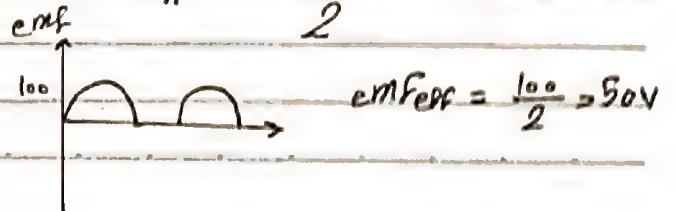
تسمح بمرور أنصاف الموجات  
التي تكون فيها متصلة توصيلاً  
أمامياً ولا تسمح بمرور أنصاف  
التي تكون فيها متصلة  
توصيلاً عكسياً

محور خافض للجهد وتوصيل  
لربيع وملاط ثنائية ويختلف  
لغاية التيار كل نصف دورة  
وفي حال ما جرد غير ثابت لذلك  
نومل مكثف ليغطي



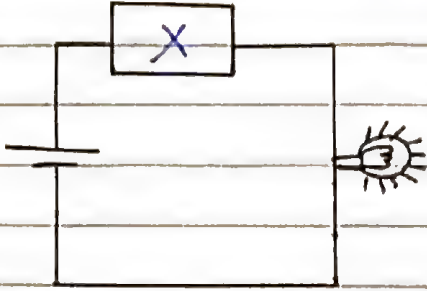
حساب القيمة الفعالة

$$emf_{eff} = \frac{emf_{max}}{2}$$



يمكن المقارنة بين المقاومة الأومية والوصلة الثنائية باستخدام

بطارية - مصباح - عنصر X موصّل في الدائرة



في الحالة الأولى :-  
يضيء المصباح الكهربى

وعند عكس أقطاب البطارية

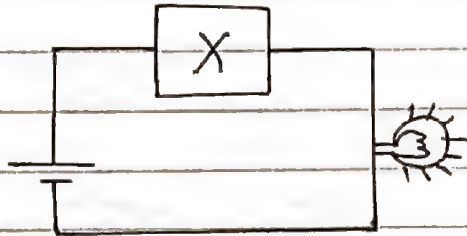
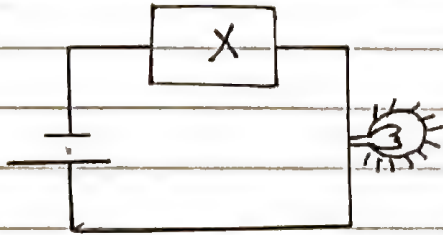
يظل المصباح مضيء وهذا يدل

على أن العنصر X هو المقاومة

الأومية حيث يسمح بمرور التيار في

الاتجاه العكس

بعد عكس الأقطاب



في الحالة الثانية :-  
يضيء المصباح الكهربى

وعند عكس أقطاب البطارية

ينطفئ المصباح وهذا يدل على أنه

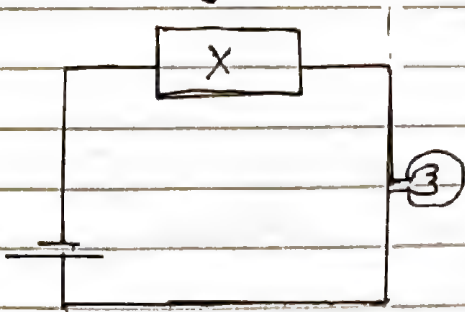
العنصر X هو وصلة ثنائية

وهى لا تسمح بمرور التيار في

الاتجاه العكس

«مدول المقارنة في الكتاب»

بعد عكس الأقطاب



## الترانزستور

هو مكون من مكونات الدوائر الإلكترونية

يوجد نوعان من الترانزستور ثنائي القطبية

1. ترانزستور (PNP) 2. ترانزستور (NPN)

ويسمى بهذا الاسم لأنه الترانزستور ثنائي القطبية يتكون من

ثلاث بلورات بلورة من النوع P وبلورتين من النوع N أو

بلورة من النوع N وبلورتين من النوع P

يتكون الترانزستور ثنائي القطبية (BJT) من 3 أجزاء هي

1. الباعث (E) Emitter

هو المنطقة الأولى في الترانزستور

هو عبارة عن بلورة شبه موصل متوسطة الحجم وتحتوي على نسبة كبيرة جداً من الشوائب

2. قاعدة (B) Base

هي المنطقة الوسطى

هو عبارة عن بلورة شبه موصل مساحتها صغيرة جداً وتحتوي على نسبة ضئيلة من الشوائب



المجمع (C) collector

هو المنطقة الأخيرة من الترانزستور

عبارة عن بلورة شبه موصل كبيرة الحجم وكبر من الباعث

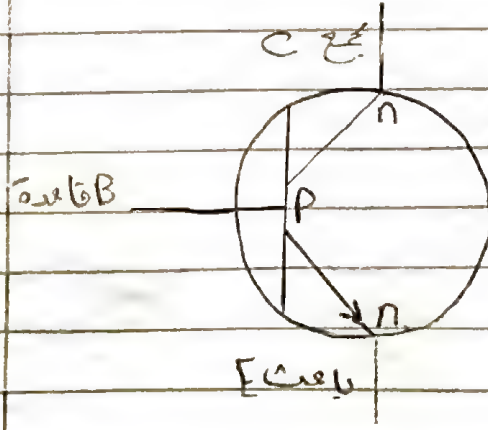
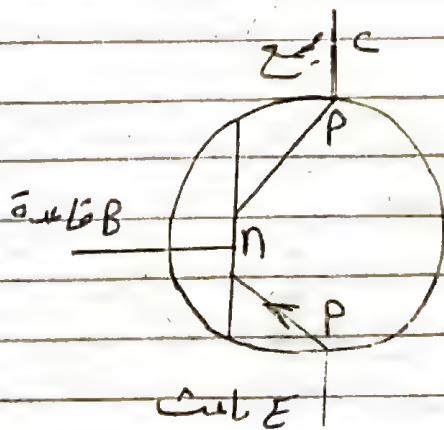
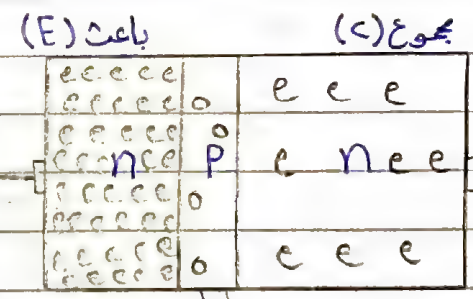
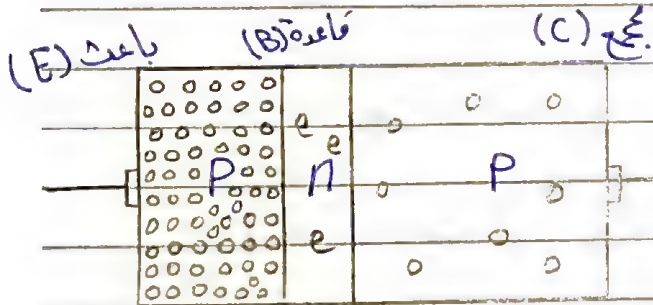
وتحتوي على نسبة من الشوائب تكون أقل من نسبة الشوائب

الموجودة في الباعث وكبر من نسبة الشوائب في القاعدة

يوجد نوعان من الترانزستور ثنائي القطبية

PNP-transistor

nPN-transistor



\* لابد أن يكون الترانزستور من ثلاث بلورات وإذا اضعف عنصر آخر يتحول إلى مكون آخر ويجب أن يفصل بين

البلورتين اللتان من نفس النوع ببلورة من نوع آخر

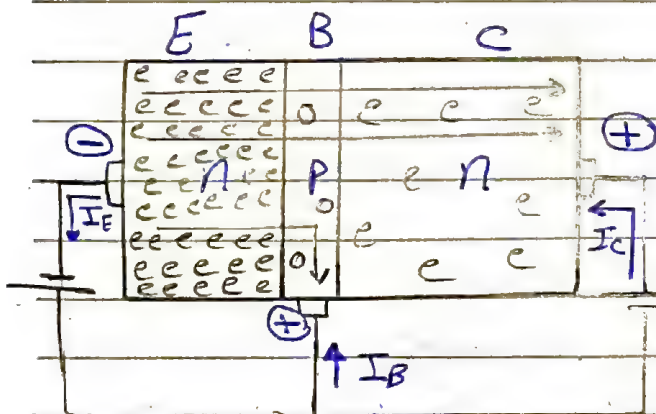
\* الاسم يدل على بلورة  $n$  للباعث (E) سواء كان الاسم داخل أو خارج

\* البلورة التي في الوسط تكون دائماً القاعدة (B)

توصيل مكونات الترانزستور

\* الاتجاه الذي نعمل به هو الاتجاه الإلكتروني للتيار

$n-p-n$  transistor



يلزم تحريك الإلكترونات من

الباعث (E) إلى المجمع (C) ولكن يتم

ذلك يتم توصيل الباعث بمصدر سالب

لكي يتأخر مع الإلكترونات ويدفعها نحو

المجمع (C) وأثناء مرور الإلكترونات من

القاعدة (B) يتم نزول جزء ويخرج منها

ولكن تخرج الإلكترونات من القاعدة

يتم توصيل القاعدة بمصدر موجب فهي يجذب

الإلكترونات وهناك جزء أيضاً يستهلك

في ملء الفجوات ولكن يكون جزء ضئيل جداً.

\* لكي يظل توصيل

القاعدة أمامي

تكون نسبة الموجب

عند E أكبر من C

وبالتالي يظل التوصيل

أمامي

ولكن تخزئة الإلكترونات من المجموع (C) يتم توصيله بمصدر موجب

حتى يجذب الإلكترونات

ونلاحظ هنا ما سبق

أ) الباعث من النوع «الاب» «البورق» ووصل بمصدر سالب  
إذ أنه يكون للتوصيل أمامي

ب) القاعدة من النوع «الاب» «البورق» ووصل بمصدر موجب  
إذ أنه يكون للتوصيل أمامي

ج) المجموع من النوع «الاب» «البورق» ووصل بمصدر موجب

إذ أنه يكون للتوصيل عكسي

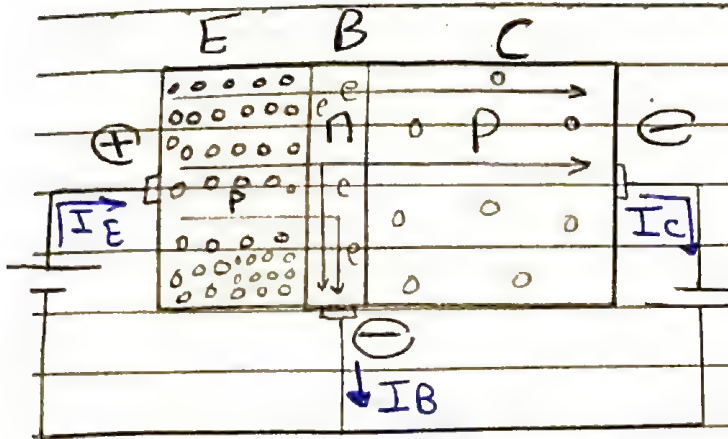
ـ لابد أنه يكون توصيل

الباعث (E) أمامي  
القاعدة (B) أمامي  
المجموع (C) عكسي / خلفي

\* لا نسي أنه الاتجاه للموضع إلتقاء إلكترونات

والإتقاء التلقائي يكون موضح باللون الأزرق





PNP transistor

لكن تنفذ الفجوات ذو

المجمع يتم توصيل الباعث (E)

بمصدر موجب بحيث يتناثر

عنه وعند مرور الفجوات من

القاعدة يستهلك جزء ليغفل الإلكترونات

الموجودة وجزء يخرج من القاعدة ولكن يخرج يتم

توصيل القاعدة بجهد سالب لكي يجذبها

ولكن تخرج من المجمع يتم توصيله بجهد سالب حتى يجذبه

لذلك ما سبق

١١ الباعث من النوع الموجب ووصل بجهد موجب  $\leftarrow$  توصيل أمامي

١٢ القاعدة من النوع السالب ووصل بجهد سالب  $\leftarrow$  توصيل أمامي

١٣ المجمع من النوع الموجب ووصل بجهد سالب  $\leftarrow$  عكسي

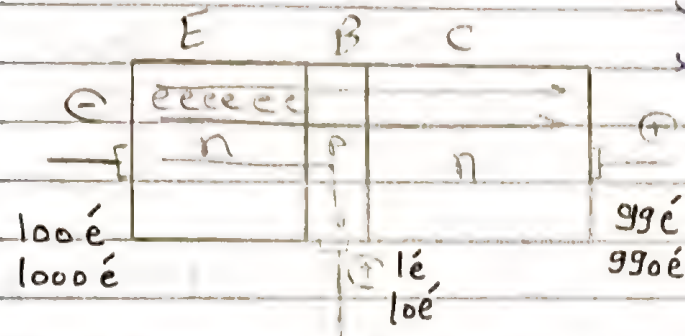
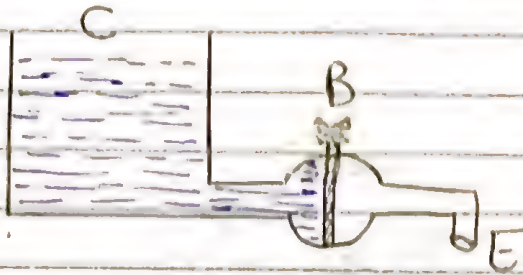
من في رأي ترائز سنور فكون توصيل

الباعث  $\leftarrow$  أمامي ، القاعدة  $\leftarrow$  أمامي  
المجمع  $\leftarrow$  عكسي

بدء القاعدة بحيث اني نضخم وانعرج التيار (تعدد مدوره)

وبأول جهه بقية القاعدة (أكثر مدوره) كبره مدوره التيار

مثال : منسوب الماء



عند خروج الإلكترونات من الباعث  
فإنه للأغلبية تنفذ إلى المجمع وجزء  
ضئيل يخرج من القاعدة

ونجد أنه النسبة ثابتة  
بحيث تكونه 99%

وتختلف أنه كل إلكترون

يخرج من القاعدة يقابله أمثاله

في المجمع وبذلك يمكن أنه يستخدم

الترانزستور كمكبر

إستخدامات الترانزستور

أ. يستخدم كمكبر

للشرح :

عند استخدام الترانزستور كمكبر فإنه عند وضع إشارة كهربائية صغيرة

كخرج ميكروفون مثلاً في تيار القاعدة فإنه تأثيرها يظهر مكبراً  
في تيار المجمع

إذا استخدمنا الترانزستور كمكسر هل يعد ذلك انتهاكاً للقانون

بقاء الطاقة مع التفسير ؟

العبارة خاطئة. حيث أنه تيار المجموع وتيار القاعدة ناتج عن تيار

الباعث

\* معامل التكبير  $\beta$  النسبة بين تيار المجموع إلى تيار القاعدة عند ثبوت فرق الجهد بين الباعث والمجموع

$$\beta_e = \frac{I_c}{I_B}$$

$\beta_e$  ← معامل التكبير

$I_c$  ← تيار المجموع

$I_B$  ← تيار القاعدة

\* تكون النسبة أكبر من الواحد الصحيح

\* نسبة التوزيع / ثابت التوزيع  $\alpha$  النسبة بين تيار المجموع

إلى تيار الباعث عند ثبوت فرق الجهد بين القاعدة والمجموع

$$\alpha_e = \frac{I_c}{I_E}$$

$\alpha_e$  ← ثابت التوزيع

$I_c$  ← تيار المجموع

$I_E$  ← تيار الباعث

\* النسبة تكون أقل من الواحد الصحيح

حيث يكون تيار المجموع مقارباً للتيار الباعث

لأن القاعدة أخذت جزء صغير من الإلكترونات وسلك القاعدة قليل جداً ولها نسبة ضئيلة من الشوائب فتأخذ جزء صغير من الإلكترونات



$$I_E = I_B + I_C$$

\* مناسب

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$$

\*

$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

\*

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E}$$

\* إثبات

$$\alpha_e = \frac{I_C}{I_E} = \frac{I_C}{I_B + I_C} = \frac{\frac{I_C}{I_B}}{\frac{I_B}{I_B} + \frac{I_C}{I_B}} = \frac{\beta_e}{1 + \beta_e}$$

$$\beta_e = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

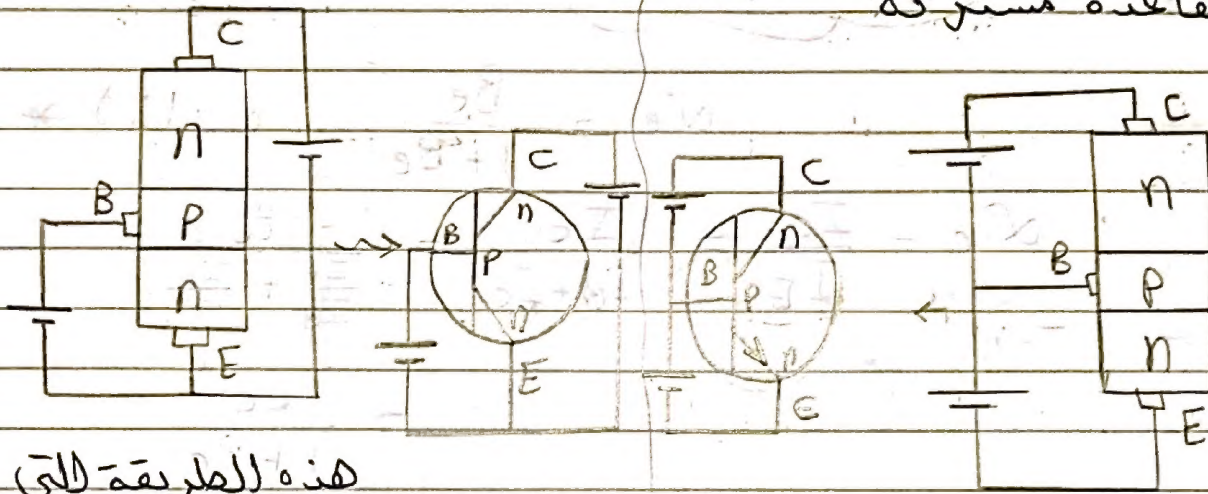
\* إثبات

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_C}{I_E - I_C} = \frac{\frac{I_C}{I_E}}{\frac{I_E}{I_E} - \frac{I_C}{I_E}} = \frac{\alpha_e}{1 - \alpha_e}$$

## طرق توصيل الترانزستور

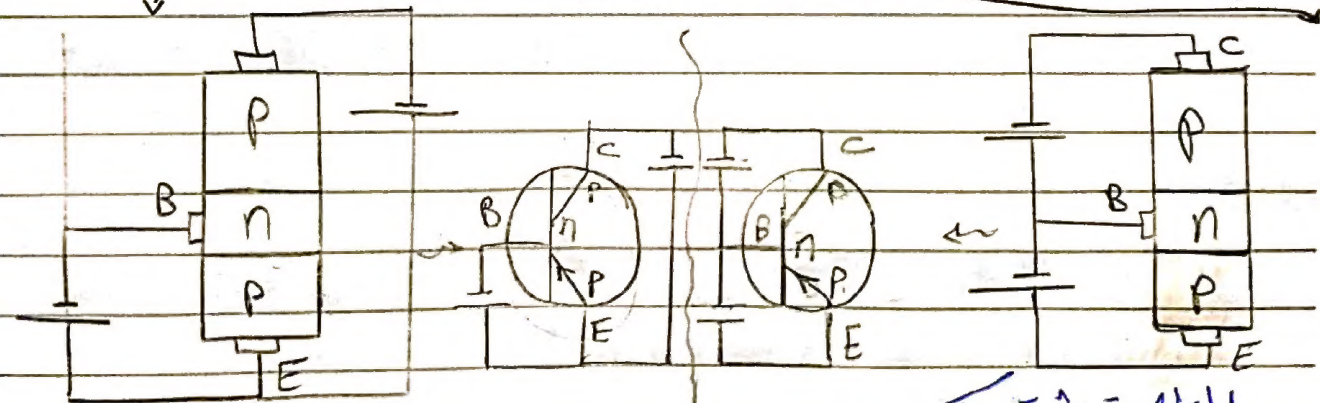
الباعث مشترك

طريقة توصيل الترانزستور  
والقاعدة مشتركة



هذه الطريقة التي  
سنعمل بها

## توصيل ترانزستور من النوع PNP



القاعدة مشتركة

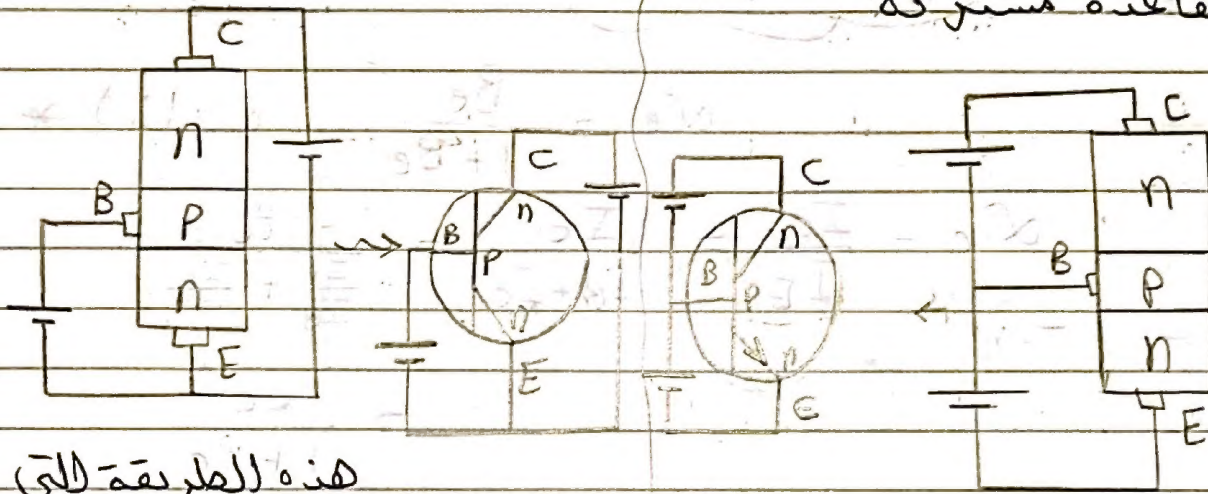
الباعث مشترك



## طرق توصيل الترانزستور

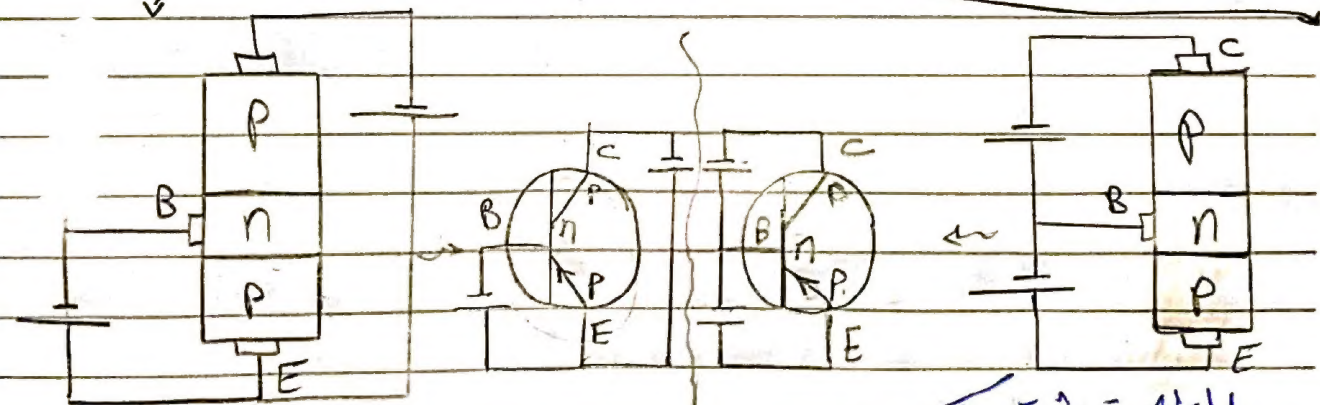
الباعث مشترك

طريقة توصيل الترانزستور  
والقاعدة مشتركة



هذه الطريقة التي  
سنعمل بها

## توصيل ترانزستور من النوع PNP

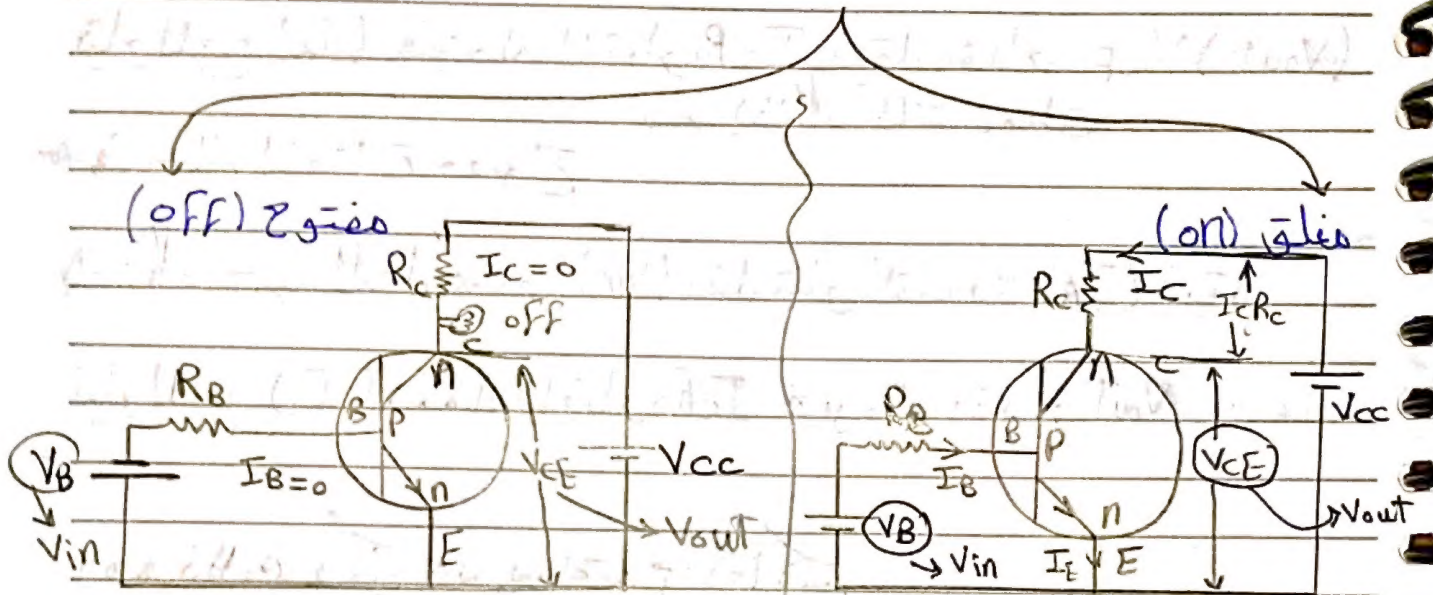


القاعدة مشتركة

الباعث مشترك



لا يمكن استخدام الترانزستور كحفتاح



إذا وصل القاعدة لماسي إذا وصل القاعدة لمتس

$$\beta_e = \frac{I_C}{I_B}$$

$$I_C = \beta_e I_B$$

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$$

$$V_B = I_B R_B + V_{BE}$$

$$I_C = \beta_e I_B$$

$V_{BE}$  كبير  
 $I_B$  كبير  
 $I_C$  كبير

إذا كان جهد الدخل  $V_{in}$  يزيد تيار القاعدة  $I_B$  فيزداد

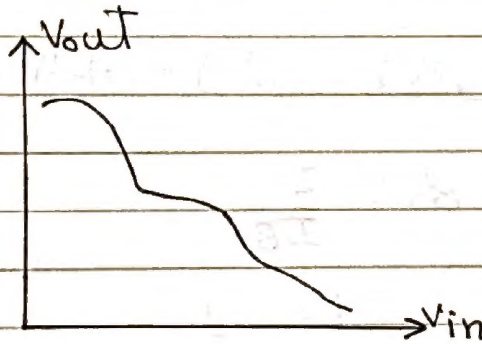
تيار المجمع  $I_C$  فيزداد للمقدار  $I_C R_C$  فيقل مقدار  $V_{CE}$   $V_{out}$   $V_{out}$   
 إذا كان المفتاح مغلق

في حالة المفتاح مفتوح

إذا كان جهد الدخل  $V_{in}$  يقل تيار القاعدة  $I_B$  فيقل

تيار المجمع  $I_C$  فيقل للمقدار  $I_C R_C$  فيزداد مقدار  $V_{out}$

ومن ذلك يمكن أنه يستعمل كعاكس



«الالكترونيات التناظرية والرقمية» ففسر شرح للاخص